



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO PAULO
CAMPUS DIADEMA



STÉFANI DINIZ ESTEVES DE OLIVEIRA TEODORO

**A UTILIZAÇÃO DO CLUBE DE CIÊNCIAS FORENSES NA
PROMOÇÃO DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA:
ESTUDO DE CASO.**

DIADEMA/SP

2018

STÉFANI DINIZ ESTEVES DE OLIVEIRA TEODORO

**A UTILIZAÇÃO DO CLUBE DE CIÊNCIAS FORENSES NA
PROMOÇÃO DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA:
ESTUDO DE CASO.**

Dissertação apresentada à Banca Examinadora, como exigência parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática, do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de São Paulo – *campus* Diadema.

Orientadora: Profa. Dra. Ligia Ajaime Azzalis.

DIADEMA/SP

2018

Catálogo na Publicação
Serviço de Biblioteca e Documentação
Instituto de Ciências Ambientais, Químicas e Farmacêuticas da Universidade Federal de São Paulo –
campus Diadema

Teodoro, Stéfani Diniz Esteves de Oliveira

Utilizando o Clube de Ciências Forenses na promoção da alfabetização científica: estudo de caso / Stéfani Diniz Esteves de Oliveira Teodoro.

– – Diadema, 2018. 127 f.

Dissertação (Mestrado em Ciências - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Federal de São Paulo - Campus Diadema, 2018.

Orientadora: Ligia Ajaimé Azzalis

1. Alfabetização científica. 2. Clube de ciências. 3. Ciência forense. 4. Ensino investigativo. I. Título.

CDD 372.35

FOLHA DE APROVAÇÃO


TEODORO, S. D. E. O., **A utilização do Clube de Ciências Forenses na promoção da alfabetização científica: estudo de caso**. 2018, 127 p. Dissertação (Mestrado) – Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Federal de São Paulo – campus Diadema, Diadema, 2018.

Em face dos referidos pareceres, a Comissão Julgadora considera o aluno(a) **STÉFANI DINIZ ESTEVES DE OLIVEIRA TEODORO** Aprovada (Aprovado/Reprovado) a receber o título de **MESTRE EM CIÊNCIAS** pela UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO PAULO. E, por estarem de acordo, assinam a presente ata.

São Paulo, 13 de dezembro de 2018.



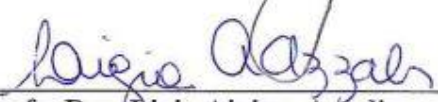
Prof. Dr. Leonardo André Testoni



Profa. Dra. Fernanda Toledo Gonçalves



Prof. Dr. Fernando Luiz Affonso Fonseca



Profa. Dra. Lúgia Ajaime Azzalis

AGRADECIMENTOS

No período em que realizei esta pesquisa, pude contar com o apoio incondicional da minha família, amigos e colegas de profissão. Diante disso, agradeço imensamente a força, paciência, incentivo e a valorização, para realização desta dissertação e da construção de novos saberes na minha vida dedicada à educação e ao ensino.

Muito obrigada a todos que contribuíram para construção desta dissertação!

Inicialmente agradeço à Universidade Federal de São Paulo – campus Diadema, pela oportunidade que me foi dada e pela bagagem de conhecimentos obtida ao longo destes anos.

Agradeço a minha orientadora, Profa. Dra. Ligia Ajaimé Azzalis, pelo acolhimento, compreensão e paciência, pelo conhecimento compartilhado, pelo exemplo profissional, por sua confiança e incentivo e pela grande parceria que criamos.

Ao Prof. Dr. Leonardo André Testoni e ao Prof. Dr. Fernando Luiz Affonso Fonseca, pelas valiosas contribuições na ocasião do exame de qualificação e na defesa, estendendo os agradecimentos à Profa. Dra. Fernanda Toledo Gonçalves.

Aos excelentes professores do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática – UNIFESP, pelas contribuições teóricas que subsidiaram minha carreira como docente. Um agradecimento em especial ao Prof. Dr. José Alves da Silva, por toda sua disponibilidade em compartilhar tanto conhecimento e nos inspirar a buscarmos sempre o melhor em nossa escolha profissional.

À diretoria regional de ensino Sul 3, aos professores coordenadores de núcleo pedagógico Vilma Maria e Alfonso Gómez, por todo apoio e parceria.

À Escola Estadual Professor Carlos Ayres e todo corpo docente e gestão, por acreditarem nesse projeto e por sempre estarem disponíveis para que tudo desse certo. Em especial, agradeço ao Prof. Gilberto Belchior dos Santos, por toda ajuda e correria nesses meses de projeto.

Agradeço aos queridos alunos do Clube de Ciências Forenses – Épica Ciência (2017), que fizeram parte essencial deste trabalho.

Aos meus pais Marcos e Rosângela, que oportunizaram e sempre incentivaram seus filhos a estudarem, por acreditar que apenas a educação pode transformar o mundo e nossa realidade, além de toda correria que vivemos nesses últimos meses. Se hoje busco o melhor para minha formação, certamente, é para um dia poder oferecer o melhor a vocês dois. Mesmo com todas as dificuldades, vocês sempre serão meus grandes exemplos nesta vida, de caráter, honestidade e do certo a se fazer.

Aos meus grandes amigos e irmãos de alma, que diariamente me dão forças para continuar e persistir: David, Eliézer e Marta. Obrigada pela amizade, pelo carinho, pela enorme paciência, pelo companheirismo. Enfim, me considero uma pessoa de muita sorte por ter vocês na minha vida.

Às colegas de mestrado e amigas da vida, Erika e Renata. Vocês entraram na minha vida como grandes parceiras. Juntas compartilhamos desafios, aflições, dúvidas, aprendizagem, momentos de alegrias e de tristeza, e tenho a certeza de que nossos caminhos não se cruzaram nesta etapa de nossas vidas por acaso.

Aos meus novos amigos e parceiros nessa jornada pedagógica: Prof. Ricardo Fernandes, Prof. Gelson Delboni, Profa. Caroline Klesse, Profa. Caroline Rodrigues, Profa. Luana Barbosa e Prof. Wesley Gomes. Obrigada por toda parceria, paciência e pelas boas risadas.

Agradeço imensamente ao Colégio Zanini 2 e ao Colégio Órion, por acreditarem no meu trabalho e pela oportunidade que me foi dada.

Agradeço, também, a todas as escolas estaduais que tive que o privilégio de lecionar. Certamente, se busco ser melhor hoje, é porque sempre tive boas inspirações.

Finalizo, agradecendo a oportunidade de poder fazer escolhas e pela infinita sorte de poder cruzar com pessoas tão enriquecedoras.

“Gosto de ser gente porque, inacabado, sei que sou um ser condicionado, mas, consciente do inacabamento, sei que posso ir mais além dele.”

Paulo Freire

RESUMO

TEODORO, S. D. E. O., **A utilização do Clube de Ciências Forenses na promoção da alfabetização científica: estudo de caso**. 2018, 127 p. Dissertação (Mestrado) – Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Federal de São Paulo – campus Diadema, Diadema, 2018.

Este trabalho buscou trazer reflexões acerca da importância da existência de ambientes de discussão, de estudo e de debate da ciência. O Clube de Ciências Forenses teve por finalidade resgatar estes conectivos essenciais entre a ciência-vivência, além de proporcionar aos alunos momentos e o espaço para que pudessem ser desenvolvidas atividades investigativas. Esse processo está relacionado diretamente à promoção da alfabetização científica. De um olhar mais específico, questionamos: como o Clube de Ciências Forenses poderia contribuir no desenvolvimento da alfabetização científica de alunos do Ensino Fundamental II? Tratou-se de uma pesquisa qualitativa do tipo estudo de caso, com alunos do 6º ao 9º ano da Escola Estadual Professor Carlos Ayres. O material para análise foi obtido por meio dos relatos orais ou escritos dos clubistas, observações, inquéritos e imagens. Os dados foram organizados em episódios de interesse acadêmico e analisados na perspectiva dos indicadores de alfabetização científica propostos por Sasseron (2008). A estratégia escolhida fez-se uso do clube de ciências como ferramenta educacional, o ensino investigativo como metodologia didática e a ciência forense como tema estruturante. Os instrumentos selecionados para essa análise partem dos episódios: “Revelando impressões dígito-papilares”; “O DNA na cena de crime”; “Simulação de cena de crime – análise de evidências”; “Cena de crime – cerimônia de encerramento”. A escolha dessas aulas justifica-se por se tratar de procedimentos importantes do processo pericial forense, uma vez que, a análise das digitais e a busca por DNA no local de crime são elementos colaborativos em investigações criminais. Portanto, a análise de uma simulação de cena crime propõe um cenário fundamental para desenvolvimento dessas habilidades científicas forenses. Além disso, são importantes ferramentas que auxiliam na compreensão e contextualização de conceitos científicos da ciência/biologia. Os indicadores de alfabetização científica estiveram presentes nessa análise e contribuíram para o desenvolvimento das práticas investigativas, favorecendo a aprendizagem significativa, estimulando habilidades e atitudes para que clubistas compreendessem o meio em que vivem. A implementação do Clube de Ciências nas escolas de ensino fundamental II da rede pública é perfeitamente viável, desde que haja uma gestão interessada, alunos engajados e um professor-facilitador que possibilite que as atividades transcorram e se efetivem.

Palavras-chave: alfabetização científica, ensino de ciências, clube de ciências, ciência forense, ensino investigativo.

ABSTRACT

This investigation aimed to reflect on the importance of the existence of environments of discussion, study and debates of science. The Forensic Science had as purposed rescue these essential connectives between science-experience, in addition to providing students with moments a space for research activities to be developed. That process is directly related to the promotion of scientific literacy. From a more specific look we asked: how the Science Club Forensic Medicine could contribute to the development of scientific literacy students of Elementary School? It was a qualitative research of the type of case study, with students from the 6th to the 9th year of the State School Teacher Carlos Ayres. The material for analysis was obtained through oral questions or club writings, observations, surveys and pictures. The data were organized in episodes of academic interest and analyzed from the perspective of scientific literacy indicators proposed by Sasseron (2008). The chosen strategy was made use of the science club as an educational tool, research teaching as a didactic methodology and forensic science as the main theme. The instruments selected for this analysis started of the episodes: "Revealing fingerprints"; "The DNA at the crime scene"; "Crime Scene Simulation - evidence analysis"; "Crime Scene - Closing Ceremony". The choice of these lessons is justified because they are elements of the forensic process, since the analysis of the fingerprints and the search for DNA at the scene of crime, are decisive elements in investigations criminal proceedings. Therefore, the analysis of a (fictitious) crime scene proposes a substantial scenery or the development of these scientific forensic skills. In addition, they are important tools that help in the understanding and contextualization of scientific concepts of science / biology. Scientific literacy indicators were present in the analysis and contributed to the development of investigative practices, favoring meaningful learning, stimulating skills and attitudes for club members to understand the environment in which they live. The implementation of the Science Club in elementary schools of the public network is perfectly feasible, as long as there is an interested management, students engaged and a teacher-facilitator that allows the activities to take place and to be effective.

Keywords: scientific literacy, science teaching, science club, forensic science, inquiry.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Escola Estadual Professor Carlos Ayres. Fonte da imagem: Google Imagens, p. 39.

Figura 2 – Logomarca do clube: Épica Ciência, p. 42.

Figura 3 – Raspagem do carvão vegetal para utilização no procedimento de coleta das digitais. Fonte da imagem: do autor, p. 48.

Figura 4 – Coletando e analisando possíveis impressões digitais. Fonte da imagem: do autor, p. 48.

Figura 5 – Coleta de digitais realizada pelos alunos. As três digitais referem-se à polegares de transeuntes. Fonte da imagem: do autor, p. 49.

Figura 6 – Tipos de digitais de acordo com o sistema de Vucetich. Fonte da imagem: do autor, p. 50.

Figura 7 – Fase de precipitação do DNA com a utilização do álcool gelado. Fonte da imagem: do autor, p. 53.

Figura 8 – Análise da atividade executada pelo aluno A5 (destacado no quadrante vermelho), à luz da AC e da autonomia na formação do pensamento científico. Fonte da imagem: do autor, p. 58.

Figura 9 – O aluno A5 levanta uma hipótese para o seu problema, e diante de um raciocínio lógico, elabora um novo teste. Fonte da imagem: do autor, p. 59.

Figura 10 – O aluno A5 despreza a solução em um copo plástico, e momentos depois, a retorna ao tubo de ensaio. Fonte da imagem: do autor, p. 60.

Figura 11 – Após análise, o aluno A5 percebe que teve êxito em seu experimento. Fonte da imagem: do autor, p. 60.

Figura 12 – Simulação de cena de investigação criminal. Fonte da imagem: do autor, p. 62.

Figura 13 – Coleta de evidências na vítima. Fonte da imagem: do autor, p. 63.

Figura 14 – Registro fotográfico do local de crime. Fonte da imagem: do autor, p. 63.

Figura 15 – Registro fotográfico da vítima. Fonte da imagem: do autor, p. 63.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Definições sobre o Clube de Ciências, p. 21.

Quadro 2 – Indicadores associados à compreensão da situação ou problema, propostos por Sasseron (2008), p. 29.

Quadro 3 – Graus de liberdade em atividades investigativas, p. 32.

Quadro 4 – Disposição de vagas do Clube de Ciências Forenses, p. 40.

Quadro 5 – Atividades executadas no Clube de Ciências Forenses, p. 41.

Quadro 6 – Metodologia utilizada para coleta de dados, p. 44.

Quadro 7 – Análise dos relatos referentes à aula 3, p. 49.

Quadro 8 – Frequência de coleta de digitais, p. 51.

Quadro 9 – Análise dos relatos referentes à aula 4, p. 56.

Quadro 10 – Análise dos relatos referentes às aulas 9 e 10, p. 65.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AC – Alfabetização científica.

BNCC – Base nacional curricular comum.

CSI – *Crime Scene Investigation*, em português “Cena de Investigação Criminal”.

NCIS – *Naval Criminal Investigative Service*, em português “Serviço de investigação naval”.

PCNP – Professor coordenador de Núcleo Pedagógico.

PISA – *Programme for International Student Assessment*, em português “Programa Internacional para a Avaliação de Alunos”.

SUMÁRIO

1	UMA BREVE APRESENTAÇÃO.	14
2	O CONTEXTO HISTÓRICO DA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E DOS CLUBES DE CIÊNCIAS NO BRASIL, À NOSSA PRÁTICA.	19
3	DIALOGANDO SOBRE O TERMO ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA.	24
	3.1 Indicadores de alfabetização científica.	27
	3.2 O ensino investigativo: Perspectivas para o processo de alfabetização científica.	30
4	O “EFEITO CSI” E AS CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS E NO ENSINO DA CIÊNCIA FORENSE.	34
5	METODOLOGIA.	38
	5.1 O contexto da pesquisa.	38
	5.2 Atividades desenvolvidas no clube de ciências forenses e seu cronograma de execução	41
	5.3 Sujeitos da pesquisa.	42
	5.4 Coleta de dados.	43
	5.5 Análise de dados.	45
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO.	47
	6.1 PRIMEIRO EPISÓDIO: Revelando impressões dígito-papilares (aula 3).	47
	6.2 SEGUNDO EPISÓDIO: O DNA na cena de crime (aula 4).	53
	6.3 TERCEIRO EPISÓDIO: Simulação de Cena de Crime (aulas 9 e 10).	61
	6.4 QUARTO EPISÓDIO: O que pensam os alunos sobre o Clube de Ciências Forenses?	71
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS.	74
	REFERÊNCIAS.	78
	APÊNDICES	85
	Apêndice 1 – Transcrição parcial dos relatos orais das aulas 3, 4, 9 e 10.	86
	Apêndice 2 – Diários de bordo dos clubistas e da pesquisadora.	98
	Apêndice 3 – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.	105
	Apêndice 4 – Termo de assentimento.	108
	Apêndice 5 – Anuência da diretora da Escola Estadual Professor Carlos Ayres.	110
	Apêndice 6 – Anuência da dirigente regional de ensino Sul 3.	111
	Apêndice 7 – Teste de conhecimentos básicos em Ciências.	112

Apêndice 8 – Diário de bordo (modelo).	114
Apêndice 9 – Plano de ensino das atividades realizadas no Clube de Ciências Forenses.	115
Apêndice 10 – Manual de Biossegurança e Boas Normas.	118

1 UMA BREVE APRESENTAÇÃO.

Se, na verdade, não estou no mundo para simplesmente a ele me adaptar, mas para transformá-lo; se não é possível mudá-lo sem um certo sonho ou projeto de mundo, devo usar toda possibilidade que tenha para não apenas falar de minha utopia, mas participar de práticas com ela coerentes (FREIRE, 2000, p. 33).

Nasci na cidade São Paulo. Venho de uma família pequena, um irmão e meus pais. Lembro-me que sempre fui incentivada a estudar. Por diversas vezes, enquanto vivia sob cuidados dos meus avós, ouvi deles e dos meus tios, os dizeres: “Você precisa estudar para ser alguém na vida”; “O maior bem que podemos ter é o estudo, isso ninguém nos tira”. E esse contexto me estimulou a perseguir o árduo caminho do estudo. Sempre estudei em escolas particulares na zona sul de São Paulo. Graduei-me em Ciências Biológicas – Bacharelado, em 2012, na Universidade Nove de Julho, trabalhei em alguns hospitais e laboratórios, neste período. A docência veio quatro anos depois, em 2016, quando optei por completar a parte pedagógica da licenciatura em biologia. O início da minha carreira como docente foi em escolas públicas em 2014. Recordo-me da primeira escola e a primeira aula que dei sobre o universo, ainda como professora eventual, em um 6º ano A. Naquele dia, senti que Freire, Piaget e Vygotsky haviam me abandonado à própria sorte. Durante esses anos, enfrentei diversas realidades, ao passar por seis diferentes escolas da rede estadual, que me acrescentaram experiência, repertório e entendimento sobre como ser uma professora de ciências, lecionando para turmas do 6º ao 9º ano do ensino fundamental. Em 2017, criei o Clube de Ciências Forenses – Épica Ciência, resultado de uma paixão e intenso interesse pelo assunto, na escola estadual Professor Carlos Ayres, e foi, a partir daí, que minha visão sobre a docência começou a tornar-se mais apurada. Em 2018, assumi o posto de trabalho em duas escolas particulares da zona sul de São Paulo, mas, mesmo que minimamente, sem abandonar o ensino público.

Seguir a formação acadêmica sempre fez parte dos meus objetivos, uma vez que, acredito na formação do professor como chave fundamental para aprimorar sua prática em sala de aula. Busquei no mestrado quebrar pré-conceitos e paradigmas, tendo como premissa o melhor ensino de ciências que eu pudesse oferecer ao meu aluno, seja ele do ensino público ou particular. Conhecer os saberes docentes, reflexões sobre o ensino de ciências, conhecimentos aprofundados sobre a

alfabetização científica, o profissional docente e a adolescência, me fizeram refletir criticamente sobre “O que é ser um bom professor de ciências?”

Durante esse tempo na docência, minha inquietação sempre foi a busca por compreender, em que momento da história, o ensino de Ciências tornou-se pragmático, conteudista, descontextualizado, fragmentado (KRASILCHIK, 1987) e, principalmente, desassociado da prática do fazer científico. Por que os laboratórios de ciências das escolas públicas da minha região (quando disponíveis) não eram utilizados pelos professores? Por que os meus alunos não sabiam o que era uma aula prática de ciências? Por que não se eram promovidos debates sobre as ciências?

Para entendermos o cenário atual do ensino de ciências no Brasil, debruçamo-nos sobre alguns resultados obtidos em avaliações internacionais externas como o PISA¹ (Programa Internacional para a Avaliação de Alunos). Uma das finalidades deste programa consiste em mensurar o nível de proficiência em ciências dos alunos, na faixa dos quinze anos de idade, correspondendo à população infanto-juvenil que está chegando ao fim da escolaridade básica obrigatória na maioria dos países.

Como ponto positivo do PISA, podemos citar seu foco na “*literacy*”, traduzido no relatório pela língua portuguesa como literacia. Este conceito ultrapassa a ideia de alfabetização e condiz a conhecimentos e habilidades necessárias, para que o cidadão viva na sociedade moderna e participe de forma ativa.

Em 2006, em um universo de cinquenta e sete países participantes do PISA, o Brasil figurou na quinquagésima segunda posição, constatando que 60% dos brasileiros não apresentam o mínimo das competências sugeridas na área de ciências. Em 2015, a avaliação demonstrou que os alunos eram capazes de explicar fenômenos cientificamente, possuíam certo conhecimento do conteúdo, por outro lado, estavam desfalcados ao responderem questões abertas em itens que competiam interpretar dados e evidências científicas, o que Sasseron (2008) propõem como o “fazer científico”.

¹ *Programme for International Student Assessment*. A avaliação é promovida pela Organização para cooperação e desenvolvimento econômico (OCDE). Em 2006, a avaliação constitui-se de trinta países membros da OCDE e vinte e sete países convidados. Dos cinquenta e sete, seis eram latino-americanos: Brasil, Argentina, Chile, Colômbia, Uruguai e México. A avaliação mede o nível de fluência de alunos na faixa etária dos quinze anos, em três áreas: Língua, Matemática e Ciências.

De acordo com a Base Nacional Curricular Comum (BNCC, 2018), a área das ciências da natureza deve ter o compromisso com o desenvolvimento do letramento científico², que envolve a capacidade de compreender e interpretar o mundo, mas também, de transformá-lo com base nos aportes teóricos e processuais das ciências.

A relevância de pesquisa sobre a alfabetização científica (AC) é tratada por alguns autores (CHASSOT, 2000; LORENZETTI; DELIZOICOV, 2001; SASSERON, 2008; SASSERON; CARVALHO, 2008, 2011). Os autores parecem concordar que a almejada AC se apresenta como um conjunto de conhecimentos que facilitaria às pessoas fazerem uma leitura acerca do mundo onde vivem, inclusive aspectos pertinentes à natureza da ciência, capacitando-os a transformar essa realidade para melhor.

Cientes da emergência e importância da alfabetização científica de nossos jovens apresentamos como proposta de ferramenta educacional o “clube de ciências”. Para Buch e Schroeder (2011), o desenvolvimento de atividades no clube de ciências pode conduzir os estudantes a se aproximarem de forma mais significativa dos objetos do conhecimento científico.

De um olhar mais específico, questionamos: Como o clube de ciências forenses poderia contribuir no desenvolvimento da alfabetização científica de alunos do ensino fundamental II?

Para responder tal indagação, objetivamos, neste trabalho, concentrarmos na análise dos relatos orais e/ou escritos de cinco clubistas, estudantes que frequentavam em 2017, do 6º ao 9º ano do ensino fundamental na escola estadual professor Carlos Ayres, zona sul de São Paulo.

² No capítulo 3, justificaremos com maior atenção o porquê da escolha, neste trabalho, do termo “alfabetização” e não “letramento” científico.

Com base no objetivo geral proposto, delineamos os objetivos específicos desta investigação, a seguir:

- Analisar o perfil de alfabetização científica dos alunos do ensino fundamental II que frequentavam o clube de ciências forenses;
- Verificar o caráter de autonomia no processo de construção do pensamento científico em ambientes não formais de ensino;
- Identificar o “Efeito CSI³” e as concepções alternativas, em torno dos conteúdos relacionados às ciências forenses.
- Difundir a utilização das técnicas forenses como tema estruturante na compreensão de conceitos científicos.

A revisão da literatura sobre os clubes de ciências e a alfabetização científica no Brasil, possibilitou identificar as mudanças conceituais dos termos e formas ao longo do tempo.

A coleta de dados e análise ocorreram em paralelo. Os dados foram organizados em episódios de interesse acadêmico (TESTONI, 2013), sistematizados por recortes das aulas gravadas e dos diários de bordo, dos clubistas e da pesquisadora.

Neste primeiro capítulo, apresentamos o percurso profissional da pesquisadora e o entendimento mantido com o objeto de estudo. Da mesma forma, esclarecemos a problemática e os objetivos deste trabalho.

No capítulo 2, discutimos o contexto histórico da educação científica e dos clubes de ciências no Brasil.

No capítulo 3, são apresentados alguns referenciais que fundamentam o entendimento sobre a alfabetização científica. Ainda neste capítulo, no item 3.1, debruçamos nossa compreensão sobre os indicadores da alfabetização científica propostos por Sasseron (2008). Este capítulo encerra-se no item 3.2, com uma breve discussão sobre o ensino investigativo, sua utilização e relevância na promoção da alfabetização científica.

³ *Efeito CSI*: A maneira como a ciência é usada para resolver crimes na televisão levou a um aumento das expectativas do público sobre a tecnologia e uma significativa incompreensão de como a ciência forense realmente funciona (BERGSLEIN, 2006).

No capítulo 4, abordamos a utilização da ciência forense como tema estruturante das atividades propostas em um clube de ciências, as definições sobre “Efeito CSI” e concepções alternativas do conceito científico.

A metodologia desta pesquisa no capítulo 5, está fundamentada em uma abordagem qualitativa do tipo estudo de caso (LÜDKE; ANDRÉ, 2015).

Na sequência, o capítulo 6 expõe e discute os dados coletados, na intenção de responder às questões propostas.

Finalmente, apresentamos as considerações finais, com reflexões e possíveis contribuições deste trabalho.

2 O CONTEXTO HISTÓRICO DA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E DOS CLUBES DE CIÊNCIAS NO BRASIL, À NOSSA PRÁTICA.

Partimos do entendimento histórico da educação científica e da criação dos clubes de ciências no Brasil. A educação brasileira, desde seu início, em 1549, reproduziu os modelos educacionais tradicionais de Portugal, trazidos pelos padres jesuítas em sua missão ideológica de catequese, contrapondo veementemente ao reformismo, que estava acontecendo neste período na Europa. Esta formação educacional não permitia qualquer introdução ao ensino científico. Nesta época, o que acontecia no Brasil, no que diz respeito à produção científica, baseava-se apenas em observações feitas por pesquisadores estrangeiros como, por exemplo, o inglês Charles Darwin (SANTOS; SANTOS, 2007).

Durante a Revolução Industrial, no século XVIII, os avanços tecnológicos interferiram diretamente no processo de desenvolvimento do pensamento científico no Brasil. Segundo Santos e Santos (2007): “A educação começa, portanto, oscilar entre a influência clássica humanista e a tendência positivista, esta última trazendo consigo disciplinas científicas nos conteúdos escolares” (p. 4).

O desabrochar do ensino de ciências em nosso país se deu por volta de 1900. O mito da neutralidade científica teve seu auge neste período, teoria que abarca sobre a imparcialidade da ciência e a construção, a partir da simples observação de fatos e experimentos, dos quais se regem as conclusões científicas (MANCUSO et al., 1996, p. 38).

A partir de 1950, o currículo de ciências estava comprometido a preparar o aluno a se familiarizar ao método científico. Surgem nessa época os primeiros “clubes de ciências”, com o objetivo de capacitar esses estudantes a serem futuros cientistas (BUCH; SCHROEDER, 2011). Durante as décadas de 1960 e 1970, muitas escolas brasileiras montaram clubes de ciências. Na época, os professores estavam preocupados em mudar a metodologia de ensino da disciplina para atender a alta demanda dos avanços tecnológicos (MANCUSO et al., 1996).

Nessa linha, corroborando com Oliveira et al. (2012), as problematizações no ensino de ciências deveriam trilhar caminhos entre os diversos métodos científicos, que os levariam ao objetivo principal da educação científica:

Educação científica é, naturalmente, tributo ao conhecimento dito científico. Para isso é necessário que o jovem pense antes de agir. Deve explorar as suas dúvidas de forma que possa escolher de maneira lógica o caminho a ser seguido. Esse caminho deve passar por tentativas de solução, com questionamento, análises e conclusões. Muitas vezes deve trabalhar em equipe, tendo iniciativa, criatividade, capacidade de inovar, formulando hipóteses, utilizando-se de experimentações para chegar a uma resposta que possa ser demonstrada para todos (p. 3).

Ao analisar o processo de criação e organização dos clubes de ciências, lançamos mão do referencial de Mancuso, Lima e Bandeira (1996), que descrevem que os clubes de ciências se constituem como um ambiente não formal de ensino, em que os jovens se encontram regularmente, no contraturno, em torno de temas atuais, atividades ou problemas específicos. Seu propósito seria o de incrementar o interesse pela ciência e matemática, além de proporcionar uma visão da ciência como um processo em contínua construção (MANCUSO et al., 1996).

Para Jacobucci (2008), espaço não formal de ensino é todo local com potencial de promover uma prática educativa. Existem dois tipos de ambientes não formais de ensino: os institucionalizados, que desfrutam de estrutura física, planejamento e apoio educacional qualificado; e os espaços não institucionalizados, que não dispõem de estrutura destinada para esse fim, no entanto, se bem organizados e planejados, poderão contribuir na promoção científica.

Outra proposta que necessitamos avaliar está contida no “Manual de Promoção de Atividades Científicas e Tecnológicas” elaborado pela UNESCO (1985), onde o clube de ciências é descrito como uma organização permanente de encontro de jovens, que deve ser supervisionada por profissionais capacitados para a função, dentre as atribuições devem conter: “desenvolver atividades que contribuam para a educação científica e tecnológica de seus membros e da comunidade” (p. 99).

Em seu estudo, Mancuso, Lima e Bandeira (1996) minudenciaram uma análise comparativa das definições de clubes de ciências dada por alguns autores entre 1981 a 1994. Esta ação foi continuada neste trabalho, apreciando o período de 2011 a 2017, (quadro 1). O quadro foi construído de acordo com as concepções dos autores, sobre o que deveria ser um clube de ciências e sua função como ferramenta educacional em ambientes não formais de ensino.

QUADRO 1 – Concepções dos autores sobre Clube de Ciências:

AUTORES	CONCEPÇÕES
BAZO E SANTIAGO (1981)	“uma associação de jovens, orientado por professores, que busca realizar atividades de educação e divulgação científica, com o propósito de incrementar o interesse pela ciência.”
COSTA (1988)	“onde todos os interessados pudessem trocar ideias e realizar reuniões, leituras e, acima de tudo, pesquisas dentro da própria comunidade.”
FASOLO E MORAES (1988)	“Os Clubes constituem de uma estratégia de melhoria do ensino de ciências, em redutos de ação combate contra um sistema de ensino ineficiente e domesticado [...] em oportunidades para as lideranças ativas no ensino de ciências influírem sobre a educação científica, centrando sua ação em torno da investigação científica, de modo a possibilitar uma visão de ciência, não apenas como produto acabado, mas como um processo permanente de construção da realidade.”
GOMES (1988)	“Clube de Ciências é uma atividade em que o processo ensino-aprendizagem se desenvolve paralelamente a um importante processo formativo e educativo; e que ambos se desenrolam de modo espontâneo e pleno de afetividade, com resultados verdadeiramente magníficos.”
SEDIC – Servicio de Difusión Científica / Programa Nacional de Actividades Científicas e Tecnológicas Juvenis da Argentina (1994)	“[...] O Clube de Ciências é o lugar de encontro de quatro variáveis: - Estrutura cognitiva e efetiva dos jovens, - Em um ambiente que os contém, - Em um contato direto com o objeto de estudo, - Com o apoio de mediadores, que promovem e perseguem uma interação fecunda e plausível buscando converter-se em uma experiência de aprender a aprender [...]”
BUCH E SCHROEDER (2011)	“[...] os clubes se caracterizam como uma organização em que os jovens se reúnem, de forma regular, no turno oposto ao de seu estudo, em torno de temas, atividades ou problemas específicos, sempre coordenados por um professor devidamente qualificado. Seu propósito é o de incrementar o interesse pela ciência e matemática, além de proporcionar uma visão da ciência como um processo em contínua construção [...]”
CANIÇALI E LEITE (2014)	“[...] os Clubes de Ciências como um projeto que possibilite discutir temas que envolvam ciência, tecnologia, sociedade e ambiente de forma articulada, complementar ao ensino regular de ciências e que possibilitem a apropriação pelos participantes de conceitos científicos básicos, com uma visão crítica da ciência. É importante que possibilitem intervenções

	diretamente na comunidade local em que estejam inseridos e contribuam para a divulgação científica.”
BOFF et al., (2016)	[...] o Clube de Ciências tem como objetivo a ação de educar pela pesquisa, em que o profissional da educação se torne o pesquisador, no momento que inclui a pesquisa como princípio ativo educativo.
COUTO (2017)	[...] os Clubes de Ciências se constituem em ambientes de aprendizagem colaborativa, onde a curiosidade e o espírito de investigação são mobilizados com vistas à compreensão da realidade (seja ela próxima ou distante) em que se inserem os estudantes.

Fonte: MANCUSO et al., 1996, BUCH; SCHROEDER, 2011, CANIÇALI; LEITE, 2014, BOFF et al., 2016, COUTO, 2017.

Nota: Elaborado pelo autor (2018).

Oliveira et al. (2012) discutiram sobre o clube de ciências, tendo como principal perspectiva o resgate desse como ferramenta de apoio na construção do conhecimento científico.

[...] ao longo da história da Educação Científica, a utilização dos Clubes de Ciências vem se mostrando eficiente no que diz respeito à construção de habilidades e competências características da Iniciação à Educação Científica. [...] e demonstra que tal prática é sim uma estratégia que leva o aluno à formação de postura crítica, reflexiva e científica frente aos problemas atuais [...] (p. 12).

Nesse aspecto, amparados por Mancuso et al. (1996), definimos os clubes de ciências como ambientes que propiciam o debate sobre a ciência e o fazer científico. Local onde os estudantes devem ser guiados por meio de situações investigativas, a desenvolverem a alfabetização científica⁴ e uma visão mais aprimorada dos conceitos científicos.

O ensino formal e a sala de aula tradicional trazem consigo um panorama cercado por conflitos associados às questões externas, como o número excessivo de alunos por sala, os tempos escolares, os problemas indisciplinados e a fragmentação do conhecimento, o que limitam o desenvolvimento de atividades que promovam a alfabetização científica. Para transpor essas dificuldades, optamos neste trabalho pela escolha do “ensino por projetos”, proposta pelo filósofo norte-americano John Dewey

⁴ No capítulo 3, discutiremos com maior atenção e detalhamento a alfabetização científica, tendo em mente um ensino de ciências cujo objetivo seja promovê-la.

(1859-1952) e, expressada através do clube de ciências (CANIÇALI; LEITE, 2014; BOFF et al., 2016).

A chave da pedagogia de Dewey consistia em proporcionar aos estudantes “experiências inéditas” sobre situações problemáticas, dos quais os erros constituem parte importante da aprendizagem:

[...] a mente não está completamente liberta, ainda que se criem as condições que fazem necessário que a criança participe ativamente da análise pessoal de seus próprios problemas e dos métodos para resolvê-los – ao preço de ensaios e erros (DEWEY, 1993, p. 237).

De acordo com Boff et al., (2016), esse método que trabalha a favor do protagonismo do aluno, da busca e da cooperação para que resolvam seus próprios questionamentos, quebrando o paradigma de que o professor é o único detentor do conhecimento, delegando a este o papel de orientador do projeto e mediador da aprendizagem, contribuindo para a formação de um ser mais autônomo. Como endossa Sasseron (2008):

[...] É preciso também proporcionar oportunidades para que os alunos tenham um entendimento público da ciência, ou seja, que sejam capazes de receber informações sobre temas relacionados à ciência-tecnologia sociedade e com o meio-ambiente e, frente a tais conhecimentos, sejam capazes de discutir tais informações, refletir que tais fatos podem representar e levar à sociedade e ao meio ambiente e, como resultado de tudo isso, posicionarem-se criticamente frente ao tema (SASSERON, 2008).

Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), uma aprendizagem que requer apenas a memorização de conceitos, sem a interação direta dos conteúdos ao cotidiano do aluno, deixa uma enorme lacuna na sua formação. Podemos observar esta deficiência marcada no ensino de ciências no Brasil, caracterizada pelo excesso de conteúdo curriculares, o predomínio da memorização, a descontextualização e ausência de transdisciplinaridade no processo de construção do saber (PELLIZARI et al., 2002).

De acordo com Sasseron e Carvalho (2008) e outros autores, cabe destacar a importância das práticas experimentais para elucidar visões deformadas da ciência, na tentativa real de promover uma nova proposta de ensino, também em escolas do ensino público:

[...] cabe ressaltar também que diversos outros autores, como, por exemplo, Bybee e DeBoer (1994), Fourez (1994), Bybee (1995), Hurd (1998), Jiménez-Aleixandre et al. (2000), Yore et al. (2003) e Lemke (2006), expressam a necessidade de a escola permitir aos alunos compreenderem e saberem sobre Ciências, suas tecnologias e as relações das duas com a sociedade como condição para preparar cidadãos para o mundo atual. Assim sendo, emerge a necessidade de um ensino de Ciências capaz de fornecer aos alunos não somente noções e conceitos científicos, mas também é importante e preciso que os alunos possam “fazer ciência” [...] (SASSERON, 2008).

Mudar os padrões de ensino que sempre foram usados não é uma tarefa simples, por isso os clubes surgiram desacreditados (MANCUSO et al., 1996). O clube de ciências forenses passa a ser importante ferramenta metodológica para educadores e educandos. Um local onde todos podem expor suas ideias e construir o conhecimento em parceria, utilizando a alfabetização científica para desenvolver seus propósitos e estender suas ações, atendendo não somente a unidade escolar, mas a comunidade onde estão inseridos.

3 DIALOGANDO SOBRE O TERMO ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA.

[...] A alfabetização científica pode ser considerada como uma das dimensões para potencializar alternativas que privilegiam uma educação mais comprometida. Considero ainda que se possa pensar mais amplamente nas possibilidades de fazer com que alunos e alunas, ao entenderem a ciência, possam compreender melhor as manifestações do universo [...] (CHASSOT, 2003, p. 91).

Em nosso trabalho, investigamos a alfabetização científica no ensino fundamental II (6º ao 9º ano), propondo como esse processo poderia ser estimulado através do clube de ciências forenses e quais elementos esse estudo poderia nos fornecer que, de fato, está em desenvolvimento. Inicialmente, é preciso justificar o porquê da escolha e do uso do termo “alfabetização científica” (de agora em diante, tratada também por AC), bem como, o significado atribuído a este por nós.

Podemos observar na literatura nacional, sobre o ensino de ciências, autores que utilizam a expressão “Letramento científico⁵” (Santos e Mortiner, 2001; Mamede e Zimmermann, 2007), pesquisadores que adotam o termo “Alfabetização científica” (Chassot, 2000; Lorenzetti e Delizoicov, 2001; Auler e Delizoicov, 2001; Brandi e Gurgel, 2002; Sasseron e Carvalho, 2008) e aqueles que se apropriam da expressão “Enculturação científica⁶” (Mortiner e Machado, 1996; Carvalho e Tinoco, 2006), todos com o objetivo de designar um ensino de Ciências que promova a formação cidadã dos alunos, estabelecendo uma relação entre o conhecimento científico e sua aplicação social, nas mais diferentes esferas da vida (SASSERON, 2008).

Laugksch (2000 apud Sasseron, 2008) ressalta que o conceito de alfabetização científica é bastante difuso, apresentando diferentes interpretações sobre o que o público deveria saber sobre a ciência. O autor alerta que se torna impraticável

⁵ Letramento científico: A expressão “*Scientific Literacy*” em sua tradução da língua inglesa, vem adotando a concepção de Letramento científico. O termo é defendido pela autora Soares (1998, p. 18) como: “[...] resultado da ação de ensinar ou aprender a ler e escrever: estado ou condição que adquire um grupo social ou um indivíduo como consequência de ter-se apropriado da escrita” (p.18).

⁶ Enculturação científica: Os autores que utilizam esse termo partem do pressuposto que o ensino de Ciências deve promover modificações culturais do sujeito, além das influências dos campos institucionais (família, religião, política entre outras) (SASSERON; CARVALHO, 2011).

construir uma significação absoluta do termo, uma vez que esta dedução dependerá do contexto para o qual se destina operar.

A ideia de alfabetização científica, que mais tem sido empregada pelos autores, parte da visão de Miller (1983) e foi definida como:

[...] quando se fala em alfabetização, normalmente não se percebe que a expressão ser alfabetizado apresenta dois significados diferentes: um, mais denso, estabelece uma relação com a cultura, a erudição. Por conseguinte, o indivíduo alfabetizado é aquele que é culto, erudito, ilustrado. O outro fica reduzido à capacidade de ler e escrever (p. 29).

Nessa dissertação, adotaremos a definição de AC, alicerçados por Chassot (2000), onde ela deve ser considerada um conjunto de conhecimentos que facilitam homens e mulheres a realizarem uma leitura acerca do mundo onde vivem. Ou seja, classificamos a ciência como forma de linguagem e expressão e, portanto, essa deve ser compreendida por todos: “[...] assim, ser alfabetizado cientificamente é saber ler a linguagem em que está escrita a natureza. E um analfabeto científico, aquele incapaz de uma leitura do universo” (CHASSOT, 2000).

Segundo Paulo Freire (1999, p.111): “a alfabetização é mais do que o simples domínio psicológico e mecânico de técnicas de escrever e de ler. É o domínio destas técnicas em termos conscientes. [...] Implica numa autoformação de que possa resultar uma postura interferente do homem sobre seu contexto”.

A alfabetização deve-se basear nos diferentes tipos de saberes, possibilitando assim, a apropriação na reflexão e na organização dos raciocínios de forma lógica, colaborando na formação de um cidadão crítico, agente de transformação (CHASSOT, 2003).

[...] é provável que alguns dos leitores deste texto não saibam distinguir se uma página de um livro ou de uma revista está escrito em sueco ou em norueguês, assim como deve haver nórdicos que talvez não reconheçam a diferença entre um texto em português e um em espanhol. Essa é a analogia que busco quando falo na ciência como uma linguagem (CHASSOT, 2003, p. 91).

De acordo com Lorenzetti e Delizoicov (2001, p. 47), podemos refletir sobre a alfabetização científica como a “capacidade de o indivíduo ler, compreender e expressar opinião sobre assuntos que envolvam a ciência”, partindo da premissa que o mesmo já tenha tido contato com a educação formal, dominando assim, o código escrito. Nesse sentido, os autores ressaltam de que é possível desenvolver a AC,

mesmo antes do domínio dessa codificação. A alfabetização científica poderá auxiliar no processo de aquisição do código escrito, resultando na ampliação cultural do aluno.

Neste aspecto, Sasseron e Carvalho (2008) endossam que: “[...] a alfabetização deve possibilitar ao analfabeto a capacidade de organizar seu pensamento de maneira lógica, além de auxiliar na construção de uma consciência mais crítica em relação ao mundo que o cerca” (p. 334).

A alfabetização científica é concebida por diversos autores como um fator essencial de desenvolvimento das pessoas e dos povos, bem como exigência fundamental, uma vez que contribui na formação de cidadãos engajados a participarem de discussões relacionadas com a ciência e a tecnologia, motivo pelos quais vários países têm realizado reformas educativas, no sentido de contemplar a alfabetização científica (CACHAPUZ et al., 2011).

Neste estudo apropriamos, portanto, do termo “alfabetização científica” como expressão de um plano de ensino que permita aos alunos interagirem com uma nova cultura, com um novo repertório e formas de ver o mundo e a prática pode acarretar na modificação do sujeito, estabelecendo um diálogo entre os saberes científicos e as habilidades associadas ao fazer científico.

3.1 Indicadores de alfabetização científica.

Laugksch (2000, apud Sasseron, 2008), menciona um trabalho realizado por Shamos⁷ (1995), em que são apresentadas três “dimensões” essenciais de habilidades para que um cidadão seja considerado alfabetizado cientificamente. Tais pontos são denominados por ambos autores, como eixos estruturantes da alfabetização científica, capazes de fornecer bases para que os professores elaborem suas aulas ou atividades visando o desenvolvimento da AC, a saber:

⁷ O trabalho original de Shamos (1995) encontrou-se indisponível nas bases de pesquisas consultadas.

AC funcional: Compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais, como conceitos essenciais nas relações do dia-a-dia;

AC cultural: Compreensão da natureza da ciência e dos fatores éticos e políticos que circundam a sua prática, relacionado com as questões do cotidiano, que exijam reflexões e observações do contexto;

AC verdadeira ou sustentável: O entendimento das relações existentes entre ciência-tecnologia-sociedade e ambiente, transcorre pelo conhecimento ao longo da vida, buscando uma consciência de futuro saudável e sustentável (SASSERON, 2008).

Para tal, devemos nos pautar em indicadores que demonstrem como estas habilidades devem ser trabalhadas no processo de AC e necessitam estar associadas às competências advindas da ciência e do fazer científico, propriamente dito. A partir disso, Sasseron (2008) considera que, o ensino de ciências deverá ser estimulado por meio de atividades abertas e investigativas, no qual o aluno desempenhará o papel de pesquisador.

[...] partimos do pressuposto de que é possível encontrar indicadores de que estas habilidades estão sendo trabalhadas e desenvolvidas entre os alunos, ou seja, defendemos a existência de indicadores da Alfabetização Científica capazes de nos trazer evidências sobre como os estudantes trabalham durante a investigação de um problema e a discussão de temas das ciências fornecendo elementos para se dizer que a Alfabetização Científica está em processo de desenvolvimento para eles (p. 66).

Os indicadores são apresentados em três grupos. Cada um deles representa um conjunto de ações que são colocadas em prática quando há um problema proposto a ser resolvido. O primeiro grupo está relacionado ao trabalho com os dados empíricos, onde se busca compreender a situação ou problema, assim apresentamos:

A **seriação de informações** é um indicador que não prevê, necessariamente, uma ordem que deva ser estabelecida para as informações: pode ser uma lista ou uma relação dos dados trabalhados ou com os quais se vá trabalhar. A **organização de informações** ocorre nos momentos em que se discute sobre o modo como um trabalho foi realizado. Este indicador pode ser encontrado durante o arranjo das informações novas ou já elencadas anteriormente e ocorre tanto no início da proposição de um tema quanto na retomada de uma questão, quando ideias são lembradas. A **classificação de informações** ocorre quando se busca conferir hierarquia às informações obtidas. Constitui-se em um momento de ordenação dos elementos com os quais se está trabalhando ou procurando uma relação entre eles (SASSERON, 2008, p. 67)

O segundo grupo de indicadores está relacionado à estruturação do pensamento que emoldura as anúncias feitas e falas promulgadas. Esses indicadores demonstram a forma como os alunos organizam o pensamento, quando a premissa é estabelecer uma ideia lógica e objetiva:

[...] o **raciocínio lógico** compreendendo o modo como as ideias são desenvolvidas e apresentadas. Relaciona-se, pois, diretamente com a forma como o pensamento é exposto. O **raciocínio proporcional** que, como o raciocínio lógico, dá conta de mostrar o modo que se estrutura o pensamento, além de se referir também à maneira como variáveis têm relações entre si, ilustrando a interdependência que pode existir entre elas (SASSERON, 2008, p. 67).

Por fim, o terceiro grupo de indicadores está associado à busca da compreensão da situação proposta. Podem caracterizar-se, primeiramente, como as variáveis envolvidas no fenômeno e em segundo lugar, pelas relações que podem ser estabelecidas entre a situação e o contexto. Fazem parte desse grupo os seguintes indicadores: levantamento de hipóteses, testes de hipóteses, justificativa, previsão e explicação, a seguir descritos no quadro 2:

QUADRO 2 – Indicadores associados à compreensão da situação ou problema.

GRUPO III - INDICADORES DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA	
Levantamento de hipóteses	Demonstra instantes onde suposições são levantadas acerca de um tema. Pode surgir tanto a partir de uma afirmação, quanto de uma pergunta.
Testes de hipóteses	Trata-se de um indicador que tratará de corroborar (ou não) com as suposições levantadas anteriormente.
Justificativa	Aparece quando uma afirmação quando proferida, ganha bases fundamentadas para o que foi proposto, tornando-a mais segura.
Previsão	Fica evidente quando se confirma uma ação e/ou fenômeno que deriva de eventos associados a certos acontecimentos.
Explicação	Surge quando se propõem buscar informações adicionais as hipóteses já levantadas. Normalmente a explicação está acompanhada de uma justificativa e de uma previsão, mas é possível encontrar explicações que não seguem esse padrão.

Fonte: SASSERON, 2008.

Nota: Quadro elaborado pelo autor de acordo com os indicadores de AC (2018).

A prática social não faz parte das categorias listadas acima, mas será inserida e analisada neste trabalho, no intuito de verificarmos as relações entre o contexto do aluno e o conhecimento científico.

Sasseron e Carvalho (2008) consideram que a alfabetização científica não deverá ser atingida em sua plenitude nas atividades desenvolvidas com o ensino fundamental. Porém, uma vez iniciado este processo, ele deve estar em constante construção. Assim, “de acordo com a idade dos educandos, fase de desenvolvimento, e o nível de educação, os estudantes deveriam estar aptos a ler e escrever passagens que incluem o vocabulário científico e tecnológico” (BYBEE, 1995. p. 29).

A perspectiva elucidada nos leva à compreensão do aluno como produtor de cultura, abastecidos por influências dos campos institucionais (família, escola, religião e política). Portanto, os educadores devem considerar os jovens como protagonistas no processo de alfabetização científica, levando em conta como mencionado, as diversas instâncias e não apenas a escola. Corroborando com Lorenzetti e Delizoicov (2001), que se referem:

Os alunos não são ensinados como fazer conexões críticas entre os conhecimentos sistematizados pela escola com os assuntos de suas vidas. Os educadores deveriam propiciar aos alunos a visão de que a Ciência, como as outras áreas, é parte de seu mundo e não um conteúdo separado, dissociado da sua realidade (p. 51).

Cabe destacar que a construção do conhecimento em Ciências deve propiciar uma evolução conceitual, o desenvolvimento de ideias e o engajamento dos alunos durante as discussões (SASSERON, 2015). Seguindo esse cenário, o pensamento de Dewey surge como importante referência, ao ressaltar que o ensino de ciências deveria ser construído segundo ações investigativas, valorizando a participação ativa do aluno dentro do processo de aprendizagem e pressupondo suas vivências e a transferência gradual de interesse do aluno pelo estudo (DEWEY, 1959).

3.2 O ensino investigativo: Perspectivas para o processo de alfabetização científica.

Os eixos temáticos do Ensino de Ciências da Natureza e suas tecnologias sugerem a possibilidade de abertura do ensino de ciências por meio de atividades investigativas, proporcionando a quem está aprendendo o contato com novas informações e aos professores, a observação dos indicadores do processo de construção do conhecimento científico (ZÔMPERO; LABÚRU, 2011).

O documento oficial de ensino americano *National Research Council* (2000), mencionado por Bybee (2006, apud Zompero e Laburú, 2011) em seu trabalho, estipula que as atividades investigativas possuem características particulares que devem ser pensadas quando o professor opta por esta abordagem, as quais são: engajamento dos alunos; priorização de evidências; formulação de explicações para as evidências; articulação das explicações com o conhecimento científico (retomada conceitual); comunicação e justificativa das explicações.

Azevedo (2006) salienta que nesse tipo de proposta de ensino, a aprendizagem de procedimentos e atitudes, torna-se tão importante quanto a aprendizagem dos conceitos ou do conteúdo propriamente dito. A prática do ensino por investigação deve contemplar alguns eventos, segundo a autora, são eles: proposição do problema a ser investigado, que poderá dar-se por meio de uma pergunta ou afirmação; levantamento de hipóteses, emitidas ao longo da discussão; coleta de dados; análise dos dados obtidos, de forma que o aluno tenha um referencial para explicar esses resultados; conclusão, quando os alunos retornam ao problema inicial e, refletem, a partir dos dados obtidos e analisados.

O ensino por investigação é uma metodologia que pode proporcionar ao aluno o desenvolvimento de atividades cognitivas almejadas no processo de AC. Zoller (2001) já defendia um ensino direcionado para a investigação, com a finalidade de estabelecer habilidades cognitivas de alta ordem, segundo o autor, seriam responsáveis por aprimorar o pensamento lógico, melhorar a capacidade de raciocínio lógico, a tomada de decisão e a ação científica.

A inclusão de atividades investigativas foi recomendada por John Dewey, em 1938. Para o autor, havia no ensino de ciências muita ênfase ao conteudismo, sem estimular o raciocínio lógico e as habilidades cognitivas. A ideia é de que a escola

fosse local de preparação de pensadores ativos, em busca de respostas e não apenas em disciplinar a memorização dos conteúdos (BARROW, 2006).

Carvalho (2006) endossa que, para desenvolver estas habilidades nos alunos, os professores devem propor problemas investigativos interessantes, que sejam objetivados aos enfoques próprios de uma cultura científica, que a autora classifica como um processo de enculturação. A autora, portanto, parte de uma premissa que deva existir níveis de envolvimento do professor e dos alunos com as atividades investigativas, e propõe um perfil denominado de grau de liberdade, conforme apresentado no quadro 3:

QUADRO 3 – Graus de liberdade em atividades investigativas.

	GRAU I	GRAU II	GRAU III	GRAU IV	GRAU V
PROBLEMA	---	P	P	P	A/P
HIPÓTESES	---	P/A	P/A	P/A	A
PLANO DE TRABALHO	---	P/A	A/P	A	A
OBTENÇÃO DE DADOS	---	A/P	A	A	A
CONCLUSÃO	---	A/P/Classe	A/P/Classe	A/P/Classe	A/P/Sociedade

Fonte: Carvalho (2006 apud Zompero e Laburú, 2011).

Nota: P – Professor; A – Aluno. Quadro elaborado pelo autor (2018).

Em termos gerais, no grau I existe apenas a participação do professor, não caracterizado como uma atividade de investigação. No grau II, o professor propõe o problema, as hipóteses levantadas, o plano de trabalho e a obtenção de dados são desenvolvidos pelos alunos, ainda que, o professor desempenhe o papel de orientador e supervisor dos processos. A conclusão é elaborada pelo aluno e discutida e compartilhada em sala de aula com os colegas. A liberdade nos graus III e IV seguem em escala progressiva, possibilitando o protagonismo do aluno em sua aprendizagem. Carvalho (2006), menciona que o grau V, no entanto, só pode ser almejado em cursos de mestrado e doutorado, uma vez que, a conclusão de seu trabalho deve ser uma resposta a ser disseminada com a sociedade (CARVALHO, 2006).

Atentamos ser imprescindível que os professores viabilizem, nas escolas, atividades investigativas nas aulas de ciências, em contraposição ao ensino por memorização, favorecendo a formação crítica do aluno. Como destacam Zompero e

Laburú (2016, p. 17): “em busca de respostas”. Porém, Carvalho (2011) alerta que, é importante propor problemas que façam sentido ao aluno, se essa preposição não for significativa ou não o motivar, o aluno não irá construir o conhecimento desejado, promovendo situações em que eles possam vivenciar a apropriação da linguagem da ciência, conforme discute:

É preciso saber como levar os alunos da linguagem comum, utilizada no dia a dia da sala de aula, à linguagem científica. É necessário que eles aprendam a argumentar desde cedo se utilizando do raciocínio e das ferramentas científicas. Como mostra Lemke (1997) “ao ensinar ciências não queremos que os alunos simplesmente repitam as palavras como papagaios. Queremos que sejam capazes de construir significados essenciais com suas próprias palavras..., mas estas devem expressar os mesmos significados essenciais que hão de ser cientificamente aceitáveis (p. 260).

Gil-Pérez et al. (2005, p. 26) defendem que, ao estimular o desenvolvimento da alfabetização científica em uma aula de ciências, podemos aproximar os alunos da cultura científica, no sentido que eles tomem contato com as formas de investigação envolvidas nesse processo. Sendo assim, entendemos que as sequências de ensino investigativas, constituem-se como formas de auxiliar na compreensão dos conteúdos científicos, bem como, promover o desenvolvimento da alfabetização científica.

Neste trabalho, para as situações de ensino investigativo selecionamos conhecimentos da área da Ciência Forense. Explorar essa temática, além de contribuir no desenvolvimento dos conceitos científicos, exerce no aluno o caráter questionador, que o fará testar suas hipóteses e ideias, coletar e analisar os dados para elucidar o problema em questão.

4. O “EFEITO CSI” E AS CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS E NO ENSINO DA CIÊNCIA FORENSE.

O desenvolvimento de temas transversais no ensino de Ciências, como a Ciência Forense e a Investigação Criminal, surge neste trabalho como uma proposta investigativa para auxiliar a construção do conteúdo científico de maneira contextualizada. Para Silva (2007), a contextualização pode ser definida como um agregado de ações de ensino que envolvem a escola, a sociedade e o contexto, cujo objetivo seria a busca por uma interpretação mais crítica a respeito do conceito que está sendo estudado, implicando na percepção de que aquele conteúdo tem uma relação direta com o âmbito não escolar.

A Ciência Forense faz parte de um ramo judicial que se utiliza dos conhecimentos científicos para auxiliar na resolução de crimes e questões jurídicas. Do ponto de vista político-social em que as escolas públicas estão inseridas, podemos perceber uma crescente perturbação dos índices de criminalidade dentro e fora da escola, o que nos permite trazer à luz uma intrínseca relação do conhecimento da Ciência Forense e o cotidiano, e sua interação com a disciplina de Ciências (SILVA; ROSA, 2013).

A escolha da temática forense está amparada na capacidade multidisciplinar dessa proposta de ensino, de acordo com Funkhouser e Deslich (2000):

As ciências forenses são multidisciplinares. Elas incorporam conceitos de muitas áreas, incluindo, Biologia, Química, Zoologia, Anatomia, Genética, Física, Medicina, Matemática e Estatística, Ciências da Terra, Sociologia, Psicologia, Comunicação e Direito. As lições das ciências forenses podem integrar várias ciências para resolver um problema específico (p. 32, tradução nossa).

Funkhouser e Deslich (2000) explicam que, as aulas de ciência forense podem integrar as ciências a resolverem um problema específico, dos quais, na maioria dos casos, trata-se de um crime. Esse tipo de abordagem estimula o detetive natural nas pessoas e, também àqueles que gostam de resolver quebra-cabeças.

A sociedade vive hoje mais do que nunca, uma soberania da ciência e dos artifícios tecnológicos criados. A facilidade de divulgação e disseminação do conhecimento científico tem transformado gradativamente o perfil do público da mídia de massa. Existe um nicho de telespectadores que buscam atrações que explorem

conceitos científicos, e isso, atraiu o interesse da grande mídia, que em alguns casos, apenas com a finalidade de entretenimento, não havendo comprometimento direto com o conceito científico transmitido (TÉNORIO et al., 2014).

Concomitantemente, o despertar do interesse dos jovens pelo conteúdo da ciência forense, aumentou significativamente a partir dos anos 2000, em consequência do grande número de séries televisivas (*CSI*⁸, *Criminal Minds*⁹, *NCIS*, *Castle*, *Law & Order*¹⁰, entre outras), documentários e programas jornalísticos relacionados à divulgação forense (SILVA; ROSA, 2013). A amplitude de acesso a esse tipo de conteúdo foi facilitada por suas exibições serem em canais televisivos de rede aberta.

De grande popularidade e audiência, o seriado *CSI*, exibido em diversos países, aborda na maioria dos seus episódios, algum conhecimento científico (GARCÍA BORRÁS, 2005; MARTÍNEZ E POLO DÍEZ, 2010). A facilidade de acesso às séries de ficção forense pelos alunos auxilia o professor no sentido de tornar a ciência menos abstrata. Contudo, é necessário desmistificar algumas fragilidades teóricas do processo científico e a forma em que são divulgadas entre os alunos.

Segundo Bergslien (2006, p. 690), essa explosão de interesse pela ciência, trouxe consigo efeitos colaterais menos positivos, referidos por muitos como o “*Efeito CSI*”: “[...] a maneira como a ciência é usada para resolver crimes na televisão levou a um aumento das expectativas do público sobre a tecnologia e uma significativa incompreensão de como ciência forense realmente funciona” (p. 690), o que podemos qualificar como noções midiáticas sobre o processo pericial.

É importante destacar que os conteúdos científicos apresentados nas séries, frequentemente, são menos cuidadosos com a precisão científica, aumentando no público leigo percepções deformadas dos conhecimentos científicos (BERGSLIEN, 2006).

⁸ *Crime Scene Investigation*, série televisiva norte-americana que trata sobre investigações criminais, teve sua estreia em outubro de 2000 nos Estados Unidos e chegou ao Brasil em 2001 (SILVA; ROSA, 2013).

⁹ *Criminal Minds*, em português: Mentres criminosas.

¹⁰ *Law & Order*, em português: Lei e Ordem.

No campo educacional, para Leão e Kalhil (2015) as “deformações” da visão sobre o conhecimento científico podem ser denominadas como concepções alternativas ou espontâneas e desempenham um papel muito importante no processo de aprendizagem:

As concepções alternativas também conhecidas como concepções espontâneas são entendidas como os conhecimentos que os alunos detêm sobre os fenômenos naturais e que muitas vezes não estão de acordo com os conceitos científicos, com as teorias e leis que servem para descrever o mundo em que vivem (p. 2).

A partir da década de 70 surgem na literatura acadêmica muitas pesquisas preocupadas com as ideias dos alunos em detrimento ao conhecimento científico propagado na escola. Driver e Easley (1978), em um artigo considerado como o marco do movimento das concepções alternativas (MAC), criticavam a ênfase do ensino ao desenvolvimento de estruturas lógicas e mecânicas, o que levou os autores concluírem que: “poderia ser útil a realização de uma série de replicações dos estudos que focalizassem mais o conteúdo atual das ideias dos alunos e menos em estruturações lógicas” (p. 12).

O sujeito passa, portanto, a ser considerado como parte ativa do processo de desenvolvimento da estrutura e organização de seu conhecimento e, do seu processo cognitivo e de assimilação (MORTIMER, 1996). Devemos considerar sua visão acerca de mundo (contexto), pois este é alvo de interesse neste processo.

Segundo Guido (1996) o interesse de se investigar as concepções alternativas no ensino de ciências surge pela necessidade de direcionar o aluno a uma evolução conceitual, ou seja, que o sujeito seja estimulado a compreender a teoria científica para aprimorar sua concepção existente – cotidiana – em uma concepção científica. Vale destacar que essas ideias intuitivas, muitas vezes, possuem uma coerência e explicação mais convincente para o aluno, do que a conhecimento científico, tornando difícil a evolução conceitual.

De acordo com Cavellucci (2010), as características gerais das concepções alternativas são: i) representações subjetivas, cada sujeito interioriza a sua experiência de um modo próprio; ii) natureza estruturada, onde os conhecimentos são organizados de modo simples e isolado, para formas gerais e complexas; iii) dotados de coerência interna; iv) esquemas mutualmente inconsistentes, os alunos utilizam-se de diferente CAs para interpretar situações que exigiriam a mesma explicação e CAs

iguais para casos que necessitariam de explicações diferentes; v) modelos históricos-teóricos da ciência tidos como ultrapassados; vi) esquemas resistentes a mudanças.

A série *CSI* trouxe uma nova visão e influência para o ramo da ciência forense também no campo educacional. De acordo com Funkhouser e Deslich (2000), o ensino da ciência forense pode ser adequado para qualquer idade, uma vez que, conceitos básicos como classificação dos tipos de impressões digitais, podem ser ensinados já no ensino primário, possibilitando que as crianças sejam motivadas a construir um pensamento crítico e resolver problemas do cotidiano relacionados à ciência, de forma agradável.

A inserção desse tipo de ensino na escola, deve ser compreendida como uma proposta que visa incrementar o ensino de ciências desenvolvido em sala de aula e não apenas corrigir possíveis fragilidades ou problemas, como a falta de interesse por parte dos estudantes sobre conteúdos programados. Este tipo de atividade estimula uma variedade de atitudes e habilidades científicas, tais como: a observação, a manipulação, curiosidade, raciocínio à experimentação, direito à tentativa e erro, trabalho de análise e síntese e criatividade, entre outras tantas (SEBASTIANY et al., 2012), que possibilitam desenvolver a alfabetização científica.

Devemos ampliar o horizonte dos alunos no que tange os acontecimentos fora da escola, adquirindo uma formação mais humana e global, não somente baseada em experiências pragmáticas ou tecnicistas, mas que possa levá-los a uma realidade repleta de opções, ausentes no microcosmo do saber no senso-comum (MOREIRA, 2006).

Este trabalho buscou trazer reflexões acerca da importância da existência de ambientes de discussão, de estudo e de debate da ciência. Assim, o Clube de Ciências Forenses teve por finalidade resgatar os conectivos essenciais entre a ciência-vivência, além de, proporcionar aos alunos momentos e o espaço para que pudessem ser desenvolvidas atividades investigativas. Esse processo está relacionado diretamente à promoção da alfabetização científica, conforme propõem Chassot (2000).

5 METODOLOGIA.

5.1 O contexto da pesquisa.

Tratou-se de uma pesquisa qualitativa do tipo estudo de caso, utilizando como fundamento metodológico Lüdke e André (2015), realizada primeiramente junto a periódicos indexados em bases nacionais e internacionais. Para seleção dos trabalhos foram utilizadas as palavras-chave: “ensino de ciências”, “clube de ciências”, “ciência forense”, “alfabetização científica”, “educação científica”, em conjunto com os descritores “ensino”, “aprendizagem”, “habilidades” e “investigação”, tanto na língua portuguesa quanto nas línguas inglesa e espanhola. O material foi obtido através da utilização de ferramentas eletrônicas de pesquisa como SCIELO (www.scielo.com), Google Acadêmico (www.scholar.google.com/) e CAPES (www.periodicos.capes.gov.br), que exploram as principais bases de dados disponíveis.

Após aprovação do projeto pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UNIFESP, o aceite dos sujeitos da pesquisa e seus responsáveis legais (Apêndice 3 e 4), as anuências da dirigente de ensino (Apêndice 6) e da diretora da escola escolhida (Apêndice 5), iniciaram-se as atividades do Clube de Ciências Forenses no período de contraturno, ou seja, fora do horário regular de ensino, não conflitando com as aulas regulares dos alunos, no período de agosto a novembro de 2017.

O Clube de Ciências na escola foi submetido como um projeto de extensão à câmara da Universidade Federal de São Paulo e aprovado em outubro de 2017. Teve como finalidade proporcionar um ambiente interativo, dentro de uma proposta transversal de ensino em ambientes não formais, a educandos da rede pública estadual do Estado de São Paulo, tendo como base as técnicas forenses aplicadas ao cotidiano, buscando uma aproximação entre a ciência-vivência.

O Clube de Ciências Forenses foi desenvolvido na Escola Estadual Professor Carlos Ayres¹¹, pertencente à Diretoria Regional de Ensino Sul 3 - subdistrito do Grajaú, periferia da zona sul de São Paulo. Situada na avenida principal do bairro, próxima aos terminais de trem e ônibus, além de possuir um número considerável de salas,

¹¹ A divulgação do nome da escola estadual Professor Carlos Ayres, conta com a autorização da diretora.

o que potencializa a diversificação de pensamentos que possam ser utilizados neste estudo. A escola possui três turnos: matutino (ensino médio), vespertino (ensino fundamental II) e noturno (ensino médio e educação de jovens e adultos), possui 16 salas ativas, com aproximadamente 600 alunos por turno.

A escolha da escola Professor Carlos Ayres, deve-se a proximidade de contato com a diretora e a receptividade do corpo docente pelo projeto. Cabe salientar que a pesquisadora não faz parte do corpo docente dessa escola.

Figura 1: Escola Estadual Professor Carlos Ayres.



Fonte da imagem: Google Imagens (2017).

Foram disponibilizadas 12 (doze) vagas para ingresso no clube de ciências forenses, distribuídas entre alunos do ensino fundamental II. Diante da possibilidade do elevado número de inscritos, aplicamos um teste de conhecimentos básicos sobre Ciências (Apêndice 7). O critério para a escolha do método de seleção adotado, justifica-se pelos pré-requisitos estabelecidos pela pesquisadora e os objetivos que pretendemos atingir nessa investigação. Esperava-se dos ingressantes conhecimentos básicos sobre os temas curriculares de ciências, para assim almejarmos os temas transversais, no caso, às ciências forenses.

- O teste consistiu em 10 (dez) questões de múltipla escolha, sobre noções de ciências (Apêndice 7); O exame teve caráter eliminatório e classificatório;
- A distribuição inicial das vagas seguiu a premissa da disputa entre alunos com o mesmo nível de escolaridade (3 vagas para o 6º ano; 3 vagas para o 7º ano; 3 vagas para o 8º ano; 3 vagas para o 9º ano);

- Nos casos de empate, os alunos foram orientados a seguir para uma segunda etapa. Elaborar uma redação de, no mínimo, 15 (quinze) linhas (Apêndice 7), com o tema: “Por que devemos estudar ciências? O que faz um cientista?” A análise das redações foi realizada pela pesquisadora buscando bases de conhecimento sobre a ciência e contou com a avaliação dos professores titulares da disciplina de ciências e da pesquisadora.

Após seleção dos clubistas, foi entregue o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (e de uso de imagem) para autorização dos pais e/ou responsáveis e o Termo de Assentimento (para menores de 18 anos). A disposição da oferta das vagas iniciais, as preenchidas após a fase de testes e ao término do projeto encontram-se descritas no quadro 4:

QUADRO 4: Disposição de vagas do Clube de Ciências Forenses.

ANO/SÉRIE	VAGAS INICIAIS OFERTADAS	VAGAS PREENCHIDAS	VAGAS AO TÉRMINO DO PROJETO	MOTIVO
6º ANO	3	4	2	Desistências.
7º ANO	3	4	4	Substituição.
8º ANO	3	1	1	Poucas inscrições.
9º ANO	3	3	3	-

Nota: Elaborado pelo autor (2018).

O número amostral de clubistas equivale-se à análise das condições de espaço físico limitado, ausência de laboratórios de ciências e disponibilidade de recursos técnicos da escola. Optou-se por manter uma lista de suplentes, em casos de desistências. As etapas do projeto estão elencadas a seguir:

- ✓ **Etapa 1:** Apresentação do projeto ao levantamento dos interessados;
- ✓ **Etapa 2:** Seleção dos alunos participantes por meio dos testes; Entrega do Termo de Consentimento e Assentimento;
- ✓ **Etapa 3:** Exposição dos conteúdos a serem trabalhados no clube e orientações procedimentais para os encontros;
- ✓ **Etapa 4:** Execução das atividades propostas;
- ✓ **Etapa 5:** Avaliação do projeto.

5.2 Atividades desenvolvidas no Clube de Ciências Forenses e seu cronograma de execução.

A metodologia empregada fez uso de recursos didáticos específicos forenses, como vídeos de séries de investigação criminal e experimentos de baixo custo, estabelecendo uma relação entre a prática forense e os conteúdos curriculares da disciplina de Ciências, no ensino fundamental II. Para fins didáticos, foi montada uma cena de crime, possibilitando que os estudantes fossem motivados a construir o pensamento científico. As atividades foram organizadas com base em artigos científicos da área (quadro 5) e se encontram detalhadas no apêndice 9.

Quadro 5 – Atividades executadas no Clube de Ciências Forenses.

Aula 1	24.08.17	Boas práticas e biossegurança para atividades laboratoriais;
Aula 2	31.08.17	Introdução às Ciências Forenses;
Aula 3	14.09.17	Revelando impressões dígito-papilares com uso de vapor de iodo e carvão;
Aula 4	21.09.17	O DNA na cena de crime;
Aula 5	28.09.17	Experimento policial com fenolftaleína - materiais biológicos;
Aula 6	05.10.17	Primeiros socorros e Ressuscitação Cardiopulmonar (para leigos);
Aula 7	19.10.17	Orientações procedimentais para Simulação da Cena de Investigação;
Aula 8	09.11.17	Simulação de Cena de Investigação Criminal – coleta de evidências;
Aula 9	16.11.17	Simulação de Cena de Investigação Criminal – análise das evidências;
Aula 10	28.11.17	Cena de Investigação Criminal – Cerimônia de encerramento.

Nota: Elaborado pelo autor (2018).

Outra etapa do projeto foi a criação de uma logomarca do Clube de Ciências (Figura 2), com a participação dos alunos e da pesquisadora e recebeu o nome oficial “Épica Ciência”. A ideia era produzir uma identidade visual e, talvez tenha sido uma importante atividade na promoção do sentimento de pertencimento.

Figura 2: Logomarca do clube: Épica Ciência.



Fonte da imagem: do autor (2017).

O grupo produziu, também, um “Manual de Boas Práticas e Biossegurança”, onde descrevemos os diversos comportamentos inadequados em atividades laboratoriais, bem como, o correto uso para cada EPI (equipamento de proteção individual) e o descarte consciente (Apêndice 10).

Vivemos na era da soberania tecnológica e para que as atividades científicas estivessem ao alcance de todos, foram disponibilizados protocolos de execução dos experimentos, relatos e fotos dos encontros científicos (autorizado o uso de imagem) em um blog de acesso público (<http://cienciaepica.blogspot.com.br>).

5.3 Sujeitos da pesquisa.

Estabelecemos como sujeitos da pesquisa, nessa investigação, cinco estudantes clubistas que estiveram em atividade do início ao término do projeto, proporcionando assim uma análise em escala de progressão.

A escolha da pesquisa com grupos focais está alicerçada por Gatti (2005) e permite o alcance de diferentes perspectivas para uma mesma questão e podem ser utilizados para fundamentar a construção de outros elementos da investigação, como a observação. Segunda a autora, o facilitador deve propiciar um ambiente aberto, de forma com que os alunos estejam confiantes para expor suas ideias, portanto, dispensa uma preparação anterior aos assuntos em pauta.

Powell e Single (1996, p. 449) dissertam que o grupo focal é: “Um conjunto de pessoas selecionadas e reunidas por pesquisadores para discutir e comentar um tema, que é o objeto de pesquisa, a partir de sua experiência pessoal”. O facilitador deve conduzir a comunicação sem interferências indevidas.

Para identificarmos os sujeitos e preservarmos suas identidades, os participantes serão reconhecidos como: A1, A2, A3, A4, A5 e a pesquisadora P1.

5.4 Coleta de dados.

Ao classificar nossa pesquisa como um estudo de caso, pressupõe a necessidade de buscarmos dados em fontes diferentes que nos levem à inter-relação das informações obtidas (LÜDKE; ANDRÉ, 2015). Os instrumentos que formam nossa base de análise são: Inquéritos, Imagens, Observações e Relatos orais ou escritos produzidos pelos clubistas (anexo 2) das aulas 3, 4, 9 e 10, respectivamente, “Revelando impressões dígito-papilares”, “O DNA na cena de crime”, “Simulação de Cena de Investigação Criminal – análise das evidências” e “Cena de Investigação Criminal – cerimônia de encerramento”.

Observa-se a necessidade de inserção de múltiplos instrumentos de análise, que posteriormente são triangulados. Para Günther (2006) a triangulação é a utilização de diferentes abordagens metodológicas do objeto empírico para acautelar possíveis distorções relativas tanto à aplicação de um único método quanto a uma única teoria ou um pesquisador. Denzin e Lincoln (2006, p. 19) afirmam que o “uso de múltiplos métodos, ou da triangulação, reflete uma tentativa de assegurar uma compreensão em profundidade do fenômeno em questão”. Para eles a triangulação é um caminho seguro para a validação do estudo. É a alternativa para se explorar múltiplas práticas metodológicas, perspectivas e observações em um mesmo trabalho, o que garante rigor, riqueza e complexidade a pesquisa. No quadro 6 apresentamos um resumo das técnicas selecionadas para investigação neste estudo.

QUADRO 6 – Metodologia utilizada para coleta de dados.

Pesquisa	Técnicas	Instrumentos
Pesquisa qualitativa do tipo estudo de caso.	Inquéritos.	Questionamentos.
	Imagens.	Fotografias e vídeo.
	Observações.	Diário de bordo da pesquisadora (identificada como P1).
	Relatos orais e escritos.	Diário de bordo dos clubistas (identificados como A1, A2, A3, A4 e A5).

Fonte: do autor (2018).

O caráter investigativo dessa proposta apresenta-se como a metodologia de ensino escolhida para o clube, fundamentado por Carvalho (2013) e partindo das seguintes premissas:

- I) o aluno é construtor do seu próprio conhecimento;
- II) o conhecimento é um contínuo e raramente seguem uma progressão linear;
- III) envolve questionamento, planejamento, coleta de evidências, explicações com base nas evidências e comunicação;
- IV) o conhecimento a ser desenvolvimento deve partir do conhecimento prévio do aluno, decorrente de sua vivência.

Nessa linha, pretendíamos com uso do ensino por investigação, articular elementos que indiciem o processo de alfabetização científica.

Os diários de bordo constituem-se importantes registros da realidade científica (Apêndice 8). Estes relatos de atividades realizadas em ambientes não formais de ensino, destacam-se como um momento em que as informações e observações adquiridas são organizadas e sistematizadas (FERNANDES, 2007).

5.5 Análise de dados.

Apresentaremos no capítulo 6 desta dissertação, a análise detalhada de todo material que nos serviu como fonte de dados. Os dados foram organizados em episódios de interesse acadêmico (TESTONI, 2013), construídos por recortes das aulas gravadas e dos diários de bordo. A análise de episódio propõe considerarmos as sequências de ensino que nos permitam identificar o uso de ferramentas culturais e as interações entre os alunos (LEMKE, 1997, MORTIMER; SCOTT, 2003). Para isso, a seleção retratou as interações discursivas que evidenciam os indicadores de alfabetização científica propostos por Sasseron (2008). Salientamos que todas as aulas e diários de bordo, se encontram transcritos para melhor compreensão dos resultados (Apêndices 1 e 2).

Utilizou-se a análise de conteúdo, segundo Bardin (2011), cujo método representa um conjunto de instrumentos de cunho metodológico em constante aperfeiçoamento, aplicados a discursos (conteúdos e continentes) extremamente diversificados. De acordo com a autora, uma análise de conteúdo não deixa de ser uma análise de significados, ocupando-se de uma descrição objetivo, sistemática e quantitativa do conteúdo extraído das comunicações e sua respectiva interpretação.

A análise de conteúdo compreendeu as seguintes fases:

- Leitura geral do material coletado;
- Transcrição do material a ser analisado;
- Codificação para formulação das categorias de análise, utilizando o quadro referencial teórico proposto por Sasseron (2008);
- Recorte do material em unidades de registro;
- Estabelecimento de categorias que se diferenciam nas unidades de registro. A formulação dessas categorias seguiu o princípio da exclusão mútua, da homogeneidade, da pertinência da mensagem transmitida, da fertilidade e da objetividade;
- Agrupamento das unidades de registro em categorias comuns;
- Inferência e interpretação, respaldadas no referencial teórico.

A partir das percepções dos clubistas, foram utilizados os indicadores de alfabetização científica dos grupos II e III, propostos por Sasseron (2008), a fim de refletir a compreensão dos mesmos sobre os aspectos de Ciências Forenses e, cuja

presença ou inter-relação de aparição podem ter relevância para o objetivo analítico escolhido, dentre os aspectos de Ciências Forenses apresentados nas dinâmicas do clube.

Para organizar as interlocuções de modo a manter uma organização e linguagem acadêmica, realizamos pequenas correções ortográficas e/ou semânticas nas falas dos clubistas, não interferindo no teor da mensagem pressupostas por eles.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os instrumentos selecionados para essa análise partem dos relatos orais e escritos dos clubistas, sobre as aulas 3, 4, 9 e 10.

- Aula 3: Revelando impressões dígito-papilares com uso do vapor de iodo e do carvão;
- Aula 4: O DNA na cena de crime;
- Aula 9: Simulação de Cena de Investigação Criminal – análise das evidências;
- Aula 10: Cena de Investigação Criminal – cerimônia de encerramento.

A escolha dessas aulas justifica-se por se tratar de procedimentos essenciais do processo pericial forense, uma vez que, a análise das digitais e a busca por DNA no local de crime, são elementos decisivos em investigações criminais. Portanto, a análise de uma cena crime (fictícia), propõe um cenário fundamental para desenvolvimento dessas habilidades científicas forenses. Além disso, as aulas escolhidas são importantes ferramentas que auxiliam na compreensão e contextualização de conceitos científicos de ciências/biologia.

6.1 Primeiro episódio: Revelando impressões dígito-papilares (aula 3).

Este episódio retrata os experimentos sobre revelação de impressões dígito-papilares, utilizando o vapor de iodo e o carvão vegetal. O objetivo foi o de coletar e registrar as digitais, além de identificá-las quanto à sua tipagem. Os clubistas foram capazes de levantar hipóteses, testar as mesmas, produzir justificativas, realizar previsões, explicar e aplicar o raciocínio lógico sobre sua hipótese e, sobretudo, estabeleceram uma conexão com a prática social e o cotidiano.

Inicialmente, os alunos receberam na aula 2, a base teórica sobre a formação das digitais na fase gestacional, os tipos de digitais e sua morfologia única para cada indivíduo. Na aula 3, durante o experimento de vapor de iodo, os clubistas foram guiados pela pesquisadora a realizarem a coleta das digitais em papel filtro, inserindo-as no Erlenmeyer com iodo (tintura de iodo) diluído em água. Posteriormente, no

segundo teste, os clubistas se organizaram em duplas, onde utilizando o pó do carvão vegetal, um pincel e fita adesiva, puderam coletar as amostras dos locais que julgaram ser de maior frequência (figura 3).

Figura 3: Raspagem do carvão vegetal para utilização no procedimento de coleta das digitais.



Fonte da imagem: do autor (2017).

Durante a fase de testes, os alunos puderam coletar as amostras das digitais por diversos locais da escola e observou-se que os direcionamentos pela busca das digitais (figura 4), em locais dentro de uma lógica de maior passagem de transeuntes, evidenciando principalmente a escolha por coletar as digitais nos polegares (figura 5). No quadro 7, é possível analisar os locais de maior coleta das amostras.

Figura 4: Coletando e analisando possíveis impressões dígito-papilares.



Fonte da imagem: do autor (2017).

QUADRO 7 – Frequência de coleta de digitais.

Locais de coleta das amostras de digitais	Frequência de coletas.
Polegares de transeuntes	9 coletas
Maçanetas das portas	2 coletas
Garrafas	2 coletas
Estantes e paredes	3 coletas
Mesa	1 coletas

Fonte dos dados: do autor (2017).

Figura 5: Coleta de digitais realizadas pelos alunos. As três digitais referem-se à polegares de transeuntes.

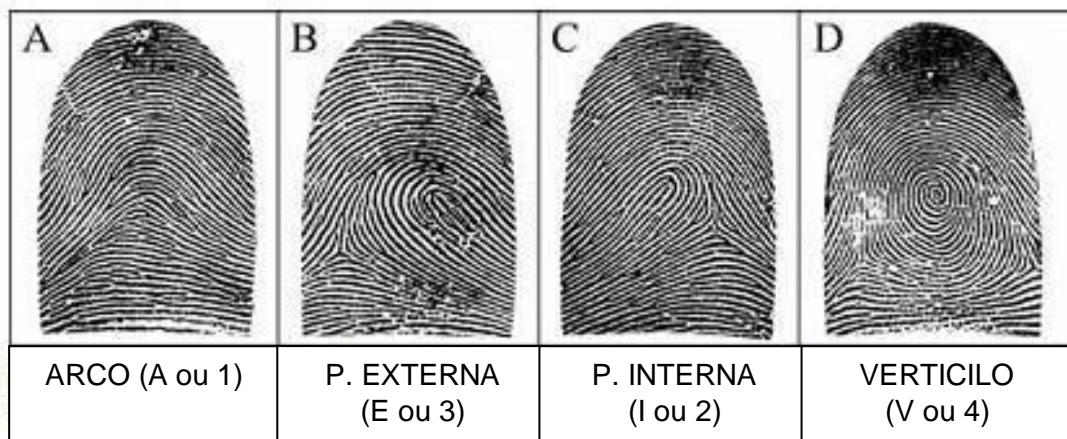


Fonte da imagem: do autor (2017).

Durante a explanação teórica sobre as técnicas de identificação de pessoas por meio de digitais, foram dadas explicações sobre os tipos básicos de impressões, de acordo com o sistema de identificação de Vucetich (1904). Sendo assim, as impressões dígito-papilares são classificadas em (figura 6):

- Arco (A ou 1): Geralmente alidéctico e linhas que atravessam de um lado para o outro de forma abaulada.
- Presilha interna (I ou 2): Possui um delta¹² à direita do observador.
- Presilha externa (E ou 3): Possui um delta à esquerda do observador.
- Verticilo (V ou 4): Apresentam dois deltas, sendo um à direita e outro à esquerda do observador; as linhas nucleares ficam encerradas entre os dois deltas.

Figura 6: Tipos de digitais, de acordo com o sistema Vucetich.



Fonte da imagem: VUCETICH, 1904.

Podemos estabelecer uma assimilação entre a escolha do polegar para coleta, com o inerente interesse dos alunos por séries televisivas que tratam sobre a temática forense, principalmente *CSI*. Como exemplo, a seguir, alguns trechos das falas dos alunos sobre as impressões digitais vistas na televisão:

A4: “Eu sabia que cada pessoa tinha uma digital única porque vi na TV.”

A5: “Eu via no CSI e achava que eles pegavam as digitais bem mais fácil [...]. Achei que só dava pra tirar do dedo.”

No quadro 8, a análise dessa atividade foi realizada com base na categorização dos indicadores de alfabetização científica (SASSERON, 2008). Podemos notar alguns indicadores sendo utilizados pelos alunos A1, A2, A3, A4 e A5.

¹² Delta – é um ângulo ou triângulo formado pelas cristas papilares e pode ser formado: pela bifurcação de uma linha simples ou pela brusca divergência entre duas linhas paralelas (COSTA, 2001).

QUADRO 8 – Análise dos relatos referentes à aula 3.

INDICADORES DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA	INDÍCIOS DAS CATEGORIAS DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA.
Levantamento de hipóteses	<p>P1: Os alunos foram capazes de levantar hipóteses para a questão: Qual pode ser, na opinião de vocês, a função do iodo e do carvão na obtenção das digitais?</p> <p>A1: “Ahhh, eu não sei explicar bem, mas tem a ver com a gordura dos dedos eu acho!”</p> <p>P1: Os alunos observaram que o experimento do vapor de iodo não atingiu os resultados esperados. Foram levantadas algumas hipóteses.</p> <p>A2: “Professora, será que é a qualidade do iodo?”</p> <p>A2: “Eu acho que colocamos água demais com o iodo!”</p> <p>A5: “Deu errado, pois eu acho que ela não carimbou direito o dedo no papel filtro”.</p>
Testes	<p>P1: Os alunos foram direcionados a realizar os testes de vaporização, posteriormente, com a utilização do carvão.</p>
Justificativa	<p>P1: Os alunos entenderam o experimento de vaporização do iodo e relacionar sua falha a possíveis justificativas.</p> <p>A2: “O resultado não saiu muito bom, talvez isso tenha acontecido por causa da qualidade do iodo ou por causa do fogo está muito baixo.”</p>
Previsão	<p>P1: Os alunos puderam diferenciar as técnicas de revelação de impressões digitais, e esperavam que uma das técnicas fosse a mais eficaz.</p> <p>A5: “O 2º modo foi usar o carvão (mais fácil) ...”</p>
Explicação	<p>P1: Apenas um aluno foi capaz de chegar a essa categoria, quando foi capaz de assimilar os fatores que interferem na coleta das digitais.</p> <p>A1: “Concluí que a busca por digital não é tão simples, diversos fatores podem atrapalhar a coleta, o vento, o excesso de carvão até mesmo a falta de jeito atrapalha.”</p> <p>P1: Por meio das observações do experimento com o carvão, pode-se observar os alunos apropriando-se de alguns termos dados nas aulas teóricas.</p> <p>A2: “Sua digital é do tipo verticilo, se você olhar aqui no meio tem uma espécie de “redemoinho” e dois triângulos que se chamam deltas, um de cada lado”.</p>
Raciocínio lógico	<p>P1: Essa categoria foi identificada, quando os alunos compreenderam o procedimento de vaporização do iodo, e levantaram hipóteses para a falha procedimental.</p> <p>A2: “[...] talvez isso tenha acontecido por causa da qualidade do iodo...”</p> <p>A5: “Esfrega o dedo na testa antes de pôr no papel, se tem a ver com a gordura, né?”</p>

Prática social	<p>P1: Essa categoria foi atingida quando conseguiram compreender o uso do carvão em atividades além das que eles já conheciam.</p> <p>A3: “Hoje eu aprendi muita coisa, mal fazia ideia de que o carvão servia para coisa alguma.”</p>
-----------------------	--

Fonte dos dados: do autor (2017).

Nota: A fonte em negrito na fala dos clubistas, foi utilizada a fim de ressaltá-las.

O primeiro fragmento *“Ahhh, eu não sei explicar bem, mas tem a ver com a gordura dos dedos eu acho!”*, demonstra a construção de uma **hipótese** para a questão norteadora enunciada: *“Qual pode ser, na opinião de vocês, a função do iodo e do carvão na obtenção das digitais?”*, seguindo a proposta de Carvalho (2006) sobre o ensino investigativo inicia-se com uma pergunta ou afirmação.

Em um segundo momento, os alunos foram questionados sobre o experimento do vapor de iodo não ter tido o resultado esperado e algumas hipóteses foram levantadas: *“Professora, será que é a qualidade do iodo?”*, *“Eu acho que colocamos água demais com o iodo!”* e *“Deu errado, pois eu acho que ela não carimbou direito o dedo no papel filtro”*.

Após a fase de testes para essa hipótese, pode-se observar uma falha procedimental em relação ao experimento de vapor do iodo, os alunos traçaram uma **justificativa** para o fenômeno observado: *“O resultado não saiu muito bom, talvez isso tenha acontecido por causa da qualidade do iodo ou por causa do fogo estar muito baixo.”*.

Com estas informações obtidas inicialmente, os alunos foram capazes de **prever** que a utilização do carvão na obtenção das digitais, poderia ser dentre eles, o método mais simples: *“O 2º modo foi usar o carvão (mais fácil) ...”*.

Para Sasseron (2008), o **raciocínio lógico** refere-se a descrever como se dá a estrutura do pensamento e sob a ótica da interdependência que pode haver entre as ideias. O processo de autonomia do pensamento científico pode ser observado nos trechos a seguir: *“[...] talvez isso tenha acontecido por causa da qualidade do iodo”* (aluno A2) e *“Esfrega o dedo na testa antes de pôr no papel, se tem a ver com a gordura, né?”* (aluno A5).

Por meio de uma ação justificada, o aluno A1 apresenta uma **explicação** para essa ideia de quais fatores impeditores na coleta das digitais: *“Conclui que a busca por digital não é tão simples, diversos fatores podem atrapalhar a coleta, o vento, o*

excesso de carvão até mesmo a falta de jeito atrapalha”. Ainda sobre essa categoria, pode-se observar a apropriação de termos datiloscópicos dados nas explicações aos transeuntes: “*Sua digital é do tipo verticilo, se você olhar aqui no meio tem uma espécie de “redemoinho” e dois triângulos que se chamam deltas, um de cada lado*”.

Encerrando esse episódio e considerando os relatos orais e escritos apresentados pelos clubistas, evidenciou-se que o aluno A3, foi capaz de associar o experimento com o uso do carvão e sua **prática social**: “*Hoje eu aprendi muita coisa, mal fazia ideia de que o carvão servia para coisa alguma.*”

6.2 Segundo episódio: O DNA na cena de crime (aula 4).

O segundo episódio refere-se à aula 4. O objetivo desta atividade consistia em extrair DNA (ácido desoxirribonucleico) do morango (espécie *Fragaria vesca*), escolhido pela facilidade em se obter uma amostra adequada (figura 7). A correta coleta do DNA da cena de crime é fator colaborativo para a identificação da vítima, bem como, para acusação ou inocência de um suspeito.

Figura 7: Fase de precipitação do DNA com a utilização do álcool gelado.



Fonte da imagem: do autor (2017).

Nesta etapa, quando questionados sobre terminologias científicas da área de genética, os alunos apresentaram concepções alternativas e um entendimento subjetivo, dotados de coerência interna sobre o assunto tratado. Destacam-se os seguintes fragmentos, com base em Cavellucci (2010):

P1: “Hoje nós iremos fazer extração de DNA. Alguém sabe o que é DNA?”

A4: “Eu não sei como dizer...”

P1: “Diga como você entender o que seja... como vier...”

A4: “Muitas coisas têm DNA, é complexo. A nossa pele tem DNA, as frutas têm DNA, tudo...”

P1: “Tudo tem DNA? Pedra tem DNA? Quem acha que tem?”

[neste momento, apenas um aluno levanta a mão, o restante afirma que pedra não tem DNA]

P1: “Então para possuir DNA o que se precisa ser?”

A4 e A5: “Seres vivos!”

P1: “Exatamente, seres vivos!”

A5: “Por que se fosse assim mesa teria DNA, a porta teria DNA...”

Podemos ver a adoção de uma nova concepção conceitual quando os alunos A4 e A5 assimilam o DNA como forma básica da constituição e definição de um ser vivo, porém, desconsideram a matéria-prima da composição das mesas e portas serem advindas de origem vegetal (nesse caso, ambos feitos de madeira).

De acordo com Driver et al. (1999), a evolução conceitual não ocorrerá radicalmente ou em curto espaço de tempo. O que pode acontecer será a coexistência das duas ideias (antiga e nova) por um determinado tempo. Daí a necessidade de se projetar objetivos a longo prazo cujo conteúdo são denominados “abstratos” ou complexos, corroborando com as ideias de Aragão e Schnetzler (1995): “[...] precisa planejar, desenvolver e avaliar atividades e procedimentos de ensino que venham a

promover a evolução conceitual nos alunos em direção às ideias cientificamente aceitas (p.30)".

Sobre as concepções alternativas quanto à estrutura do DNA:

P1: "Então, hoje nosso ser vivo será o morango. Todo mundo aqui sabe que o morango é um ser vivo? Ele pertence ao reino das plantas. Então o que a gente vai conseguir ver a partir do momento que tirarmos o DNA desse morango? Nós vamos ver... o DNA... é nossa ele é muito grande, colorido, como acham que seja...?"

A5: "Não! É bem pequeno..."

A2: "É tipo uma minhquinha branca!"

Nota-se que a concepção alternativa sobre o DNA, ter sua estrutura analogicamente associada a uma *"minhoquinha branca"*, manteve-se no aluno A2 mesmo após a atividade: *"Depois coloquei no tubo de ensaio e misturei com um pouco de água. Fiquei esquentando com a mão para extrair o DNA (uma minhquinha branca pequena)"*.

Trabalhos internacionais indicam que os conteúdos de genética são difíceis de serem compreendidos tanto pelos alunos como por professores. Estudos realizados com estudantes mostraram que eles apresentam dificuldades para compreender conceitos e processos genéticos (LEWIS et al., 2000; WOOD-ROBINSON et al., 2000; MARBACH-AD, 2001; CHATTOPADHYAY, 2005).

Paiva e Martins (2005) analisaram as respostas de conceitos prévios de alunos do ensino médio sobre temas relacionados à genética. A partir das análises dos questionários, os autores identificaram que a maioria dos alunos apresentava um conhecimento sistematizado sobre o tema, porém, com várias concepções alternativas ou errôneas do ponto de vista científico. Os alunos apresentaram dificuldades no entendimento de vários aspectos sobre a estrutura do DNA e hereditariedade, e, muitas vezes, mostravam-se confusos diante da quantidade de informações a respeito do tema.

Moreira e Greca (2000), afirmam sobre a necessidade do levantamento prévio das concepções alternativas dos educandos, em busca de uma renovação conceitual para uma fundamentação de um conhecimento mais elaborado. Porém, Sasseron e Carvalho (2008), traçam um paralelo sobre a consistência e coerência das explicações dadas pelos alunos, estarem ligadas diretamente a maneira de como essas informações são utilizadas e foram conectadas pelos alunos “fazer sentido”.

Peduzzi (2005) afirma que, como o indivíduo já apresenta uma explicação própria sobre determinado fenômeno científico, frequentemente, não aceitará bem a visão da ciência. Para que haja uma evolução significativa no modelo conceitual, o aluno deve compreender que existem situações em que suas explicações não se aplicam ao conceito validado cientificamente. Ou seja, o professor deve apresentar o novo conceito de modo que o estudante compreenda o porquê, onde, para quê e como aplicar esse conhecimento no cotidiano.

Os clubistas receberam protocolos para extração do DNA do morango e buscou-se verificar com este método, o potencial de autonomia no processo de alfabetização científica. No quadro 9, os trechos dos relatos dos alunos foram analisados na perspectiva dos indicadores de AC.

QUADRO 9 – Análise dos relatos referentes à aula 4.

CATEGORIAS DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA	TRECHOS EXTRAÍDOS DOS RELATOS ORAIS E/OU ESCRITOS DOS ALUNOS E DA PESQUISADORA, EVIDENCIANDO O PROCESSO DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA.
Levantamento de hipóteses	P1: Os alunos foram capazes de refletir sobre onde podemos encontrar DNA. A4: “ Muitas coisas têm DNA, é complexo. A nossa pele tem DNA, as frutas têm DNA... ” A4 e A5: “ Somente os seres vivos têm DNA... ”
Testes	P1: Foram distribuídos protocolos para extração do DNA. Após a leitura pode-se validar o entendimento global do procedimento. Os alunos prosseguiram para a fase de teste experimental.
Justificativa	P1: Os alunos puderam entender a função de alguns materiais no experimento e relacionar sua falha a possíveis justificativas. A2: “ Mas eu não consegui extrair o DNA, eu acho que coloquei muito álcool. ”

Previsão	P1: Essa categoria não foi identificada nos relatos orais ou escritos dos alunos.
Explicação	P1: Os alunos foram capazes de refletir sobre os materiais utilizados na extração do DNA. A2: “[...] depois disso adicionamos o sal e o detergente para chegar até o DNA.” A1: “Depois disso misturamos os ingredientes e passamos do filtro para um tubo de ensaio, acrescentando álcool devagar. Depois desse processo esquentamos o tubo [com as mãos], subindo partes do DNA, quanto mais alta a temperatura, mais essa nuvem [DNA] ficava branca.
Raciocínio lógico	P1: Essa categoria foi atingida, especificamente, pelo aluno A5 e detalhada na análise quadro a quadro (figuras 9 a 12).
Prática social	P1: Essa categoria foi abordada quando conseguiram compreender a função do DNA. A3: “Por isso na cena de crime os policiais precisam sempre buscar por amostras de DNA.” A4: “Sem DNA é difícil culpar alguém, né professora?”

Fonte dos dados: do autor (2017).

Nota: A fonte em negrito na fala dos clubistas foi utilizada, a fim de ressaltá-las.

A investigação iniciou-se com a pergunta norteadora da pesquisadora “*“Hoje nós iremos fazer extração de DNA. Alguém sabe o que é DNA?”*”. O aluno A4 levanta sua **hipótese** para a questão: “*Muitas coisas têm DNA, é complexo. A nossa pele tem DNA, as frutas têm DNA...*”. Ao observar o grau de abertura dado a essa pergunta, a pesquisadora retoma a fala: “*“Tudo tem DNA? Pedra tem DNA? Quem acha que tem?”*”. Diante do exposto, faz-se um silêncio entre os alunos, até que os alunos A4 e A5 dizem no mesmo instante: “*Somente os seres vivos têm DNA...*”, aprimorando assim sua concepção teórica científica quanto a importância do DNA.

Foram entregues alguns modelos de protocolos de extração de DNA. A pedido da pesquisadora os clubistas leram os protocolos e elegeram o que consideraram com informações claras o suficiente, para que eles reproduzissem a extração apenas com a consulta do mesmo, sem interferência da pesquisadora, promovendo um grau de liberdade II de investigação, atribuído por Carvalho (2006). Nesse grau de liberdade, o professor propõe o problema. A elaboração de hipóteses e o plano de trabalho são realizados pelos alunos, mas com a orientação do professor.

Neste experimento, assim como relatado no primeiro episódio, alguns grupos sofreram uma falha procedimental na extração do DNA do morango, das quais não são observáveis na análise do vídeo, mas, em seu diário de bordo, o aluno A2 traça

uma possível **justificativa**: “Mas eu não consegui extrair o DNA, eu acho que coloquei muito álcool”.

Sobre o processo de extração de DNA, o aluno A2 também foi capaz de **explicar** o porquê da utilização daqueles materiais presente no protocolo: “[...] depois disso adicionamos o sal e o detergente para chegar até o DNA”, e ainda, o aluno A1 aprofundou em seu relato a fundamentação da técnica utilizada: “A1: “Depois disso misturamos os ingredientes e passamos do filtro para um tubo de ensaio, acrescentando álcool devagar. Depois desse processo esquentamos o tubo [com as mãos], subindo partes do DNA, quanto mais alta a temperatura, mais essa nuvem [DNA] ficava branca”.

A **prática social** também foi identificada nos relatos dos clubistas A3 e A4, quando foram capazes de compreender o procedimento pericial de análise do DNA, uma vez que, reconhecer o material genético da vítima e do suspeito é de suma importância na investigação de uma cena de crime: “Por isso na cena de crime os policiais precisam sempre buscar por amostras de DNA” e “Sem DNA é difícil culpar alguém, né professora?”

Durante a fase de testes, os alunos foram orientados a seguir o protocolo de extração validado por eles. Os grupos foram divididos, priorizando a mescla entre as séries e a diversificação dos níveis de aprendizagem. Após a falha do primeiro teste de extração, o aluno A5 foi orientado a refazer o experimento, buscando analisar em qual ponto do procedimento o erro havia sido cometido. Na figura 8, em sua segunda tentativa de extração, o aluno A5 verifica que após o uso do álcool gelado e o tempo de aquecimento manual, ainda não havia evidências da precipitação do DNA.

Figura 8: Análise da atividade executada pelo aluno A5 (destacado no quadrante vermelho).



Fonte da imagem: do autor (2017).

Podemos notar alguns indicadores de AC sendo utilizados pelo aluno A5: ele **levanta uma hipótese** (uma vez que, o aluno já havia seguido o protocolo dado pela pesquisadora) para o problema e planeja um **teste** para esta hipótese (Figura 9), acrescentando mais álcool a solução. Ou seja, o aluno A5 utiliza do levantamento de uma hipótese para determinada situação e do **raciocínio lógico** para corroborar a sua ideia. Para Sasseron (2008), o raciocínio lógico refere-se a descrever como se dá a estrutura do pensamento e, sob a ótica da interdependência que pode haver entre as ideias, fato este, que se apresentam neste fragmento quadro a quadro, como o processo de autonomia do pensamento científico.

Figura 9: O aluno A5 levanta uma hipótese para o seu problema, e diante de um raciocínio lógico, elabora um novo teste.



Fonte da imagem: do autor (2017).

Novamente, diante da possível falha procedimental, o aluno A5 descarta sua solução em um copo plástico, buscando uma **justificativa**. Porém, podemos perceber na imagem (Figura 10), que o aluno A5 observa com determinada atenção, o conteúdo desprezado no copo e o retorna para o tubo de ensaio.

Figura 10: O aluno A5 despreza a solução em um copo plástico, e momentos depois, a retorna ao tubo de ensaio.



Fonte da imagem: do autor (2017).

Por meio das referidas análises, é possível inferir acerca das observações, que com esta atividade, o aluno A5 foi capaz de desenvolver um senso crítico mais apurado e autônomo, dentro de uma ação justificada. Na figura 11, após verificar novamente o conteúdo dentro do tubo de ensaio, o aluno constata que havia obtido êxito em sua precipitação do DNA.

Figura 11: Após análise, o aluno A5 percebe que teve êxito em seu experimento.



Fonte da imagem: do autor (2017).

Por fim deste episódio de interesse acadêmico, são apresentados alguns fragmentos dos áudios entre os alunos A2, A5 e o P1, após o resultado do experimento, fazendo uso da **explicação** pertencente ao grupo III de indicadores de AC:

P1: “Olha aqui gente!”

A2: “Como vocês fizeram isso?”

A5: “A gente só colocou um pouquinho a mais de álcool!”

P1: “Você viu, a questão era o álcool!”

A5: “O copo que era pra jogar fora, olha o tanto de DNA que formou aqui...”

6.3 Terceiro episódio: Cena de Investigação Criminal (aulas 9 e 10).

Por se tratar de uma ciência utilizada para o ramo judicial, optou-se por utilizar como método avaliativo uma simulação de cena de investigação criminal, como uma proposta lúdica que busca trazer significado ao conteúdo teórico apresentado, corroborando com as ideias de Ramos (1990, p. 40), onde: “A ludicidade não se prende a uma forma específica (jogo), nem a um objeto específico (brinquedo). Ela é a interação subjetiva com o mundo”.

Após obterem as bases teóricas e práticas do processo pericial, os alunos tiveram a experiência de atuarem em uma cena de crime fictícia. A cena foi montada em um espaço da companhia de teatro da Escola Professor Carlos Ayres.

Os clubistas, anteriormente (aula 7), receberam orientações procedimentais sobre o que e como coletar evidências, o registro fotográfico, o uso de equipamentos de proteção individual, a divisão das tarefas em equipes (I – Equipe coleta de digitais; II – Equipe coleta de materiais biológicos; III – Equipe coleta de evidências gerais), a divisão por função (investigador, perito criminal e fotógrafo), experimentando assim, os papéis dentro da carreira policial.

Os estudantes tinham a visão da cena previamente relatada: um laudo investigativo descrevendo o caso, a vítima e possíveis suspeitos.

Ao adentrar na cena de crime havia: uma vítima sentada em uma cadeira com um tiro no peito e sinais de vômito na boca, uma bebida não identificada que estava disposta em dois copos (um deles contendo batom), dentro do cinzeiro dois cigarros (um deles com marcas de batom), digitais espalhadas pela sala e no celular da vítima e demais vestígios menos visíveis, como uma apólice de seguros, um e-mail destinado a um amigo da vítima e uma carta de despedida (figura 12).

Figura 12: Simulação de cena de investigação criminal.



Fonte da imagem: do autor (2017).

Em posse dos “jovens peritos” (figuras 13, 14 e 15), havia uma maleta com materiais disponíveis para realização de testes qualitativos (sangue) e, assim que avistaram as marcas de batom, o primeiro suspeito indicado foi a ex-namorada da vítima.

Figura 13: Coleta de evidências na vítima.



Fonte da imagem: do autor (2017).

Figura 14: Registro fotográfico do local de crime.



Fonte da imagem: do autor (2017).

Figura 15: Registro fotográfico da vítima.



Fonte da imagem: do autor (2017).

Nossa grande questão quanto a essa dinâmica girava em torno de como seria possível reconhecer os indicadores de alfabetização científica em um tema transversal das ciências?

De maneira geral, foi possível perceber que a maioria dos clubistas já tinha algum conhecimento do assunto abordado, em determinado momento da atividade na aula 9, o aluno A3 diz: *“Ufa! Ainda bem que eu vi o Cidade Alerta ontem!”*, menção a um jornal policial, exibido em televisão aberta. Entretanto, a maioria dos alunos não souberam relacionar os conhecimentos sobre ciências vistos em sala de aula, com aquele conhecimento dito como “novo” da ciência forense.

A aula 10 – Cerimônia de encerramento – contou com a presença de dois PCNPs das áreas de Química/Física e Biologia/Ciências da diretoria de ensino Sul 3. Ambos foram orientados a questionarem os alunos sobre as formas que utilizaram para investigar a cena de crime e concluírem a autoria do caso. A seguir transcrevemos parte desses diálogos:

PCNP Química e Física: Mas quando vocês chegaram na cena do crime, qual a primeira coisa que vocês fizeram?

TODOS: As fotos!

A4: Antes de mexer, tínhamos que identificar e fotografar [cada evidência].

PCNP Biologia e Ciências: Quanto tempo vocês levaram para descobrir?

A2: Acho que uma hora e pouquinho...

PCNP Biologia e Ciências: Foi bem rápido, então...

PCNP Química e Física: Teve alguma prova que foi decisiva, ‘essa fechou o caso’?!

A4: O parricídio. Um dos membros do nosso grupo ao invés de procurar no dicionário que demoraria muito, pegou e procurou no celular.

PCNP Biologia e Ciências: Quando vocês chegaram em casa, vocês contaram pros seus pais?

Todos: SIM!

A4: Minha mãe achou muito legal...

A4: A melhor parte em relação ao meu grupo foi quando a gente achou uma bolsa que tinha um cadeado, com números... Eu achei a melhor parte porque a gente teve que descobrir a numeração. Foi uma coisa muito boa.

PCNP Química e Física: As digitais auxiliaram vocês a concluírem alguma coisa do caso?

A2: Nós achamos a digitais na cena de crime, algumas pareciam de mulher, mas o laudo delas não chegaram para nós...

P1: Realmente, isso foi uma falha minha. Não associei as digitais aos laudos periciais...

Compreendemos que muitas dúvidas surgem ao optar por se inserir o conteúdo da ciência forense com alunos do ensino fundamental II. Mas essas questões poderiam ser sanadas se o discurso não visasse apenas uma busca pelo saber propriamente dito ou impacto do assunto, mas pela possibilidade de contextualização dos conhecimentos com o cotidiano escolar. Dias Filho e Antedomenico (2010) salientam que, com essa abordagem busca-se demonstrar que por mais trágico e comovente seja um fato criminal, sempre podemos obter aprendizados na esfera pessoal e aplicações em nossas vidas, inclusive no ensino de ciências.

No quadro 10, buscamos evidenciar alguns trechos das falas dos alunos que trazem indícios dos indicadores de alfabetização científica em uma perspectiva de um ensino transversal de ciências.

QUADRO 10 – Análise dos relatos referentes às aulas 9 e 10.

CATEGORIAS DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA	TRECHOS EXTRAÍDOS DOS RELATOS ORAIS E/OU ESCRITOS DOS ALUNOS E DA PESQUISADORA, EVIDENCIANDO O PROCESSO DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA.
Levantamento de hipóteses	P1: Ao começarem a ler os laudos periciais elaborados pela pesquisadora, os alunos foram capazes de levantar algumas hipóteses. A4: “Calma, como ele mandou a mensagem se o celular dele estava desligado?”

	A1: “Não é mais sensato pensar que a filha dele chegou lá e viu ele morto e sabia que não ia ganhar o negócio da herança e deu um tiro nele?”
Testes das hipóteses	P1: Na ocasião da investigação – aula 8 – os alunos tiveram oportunidade de realizar vários testes como análise de sangue, digitais e linha de tiro. P1: Nas aulas 9 e 10, não houve testes.
Justificativa	P1: Os alunos justificaram aos PCNPs a forma como determinaram o autor do crime. A2: “A gente achou um e-mail do Edmundo [vítima] com umas palavras que não faziam sentido, daí a gente viu que tinha umas letras que estavam grandes outras pequenas [referindo-se a maiúsculas e minúsculas], nós fomos juntamos as letras e formou uma palavra “parricídio”. A gente não sabia o que era isso, primeiro achávamos que não existia, aí a gente pegou o dicionário e depois o celular, e acabou vendo que era quando o filho mata pai ou mãe [...] a gente acabou descobrindo que ele se matou envenenado e que depois a filha dele... tipo... [pensando] Se ele se matasse a filha dele não iria ganhar a herança [seguro de vida], depois que ele se matou, a filha dele pegou e atirou nele para parecer como se fosse um homicídio para ela poder ganhar a herança”.
Previsão	P1: Essa categoria foi alcançada quando os alunos previram que com base nas evidências, havia uma segunda pessoa na cena de crime, no caso, uma mulher. A4: “A gente achou um monte de provas, batom no cigarro e no espelho que apontavam para uma mulher na cena, no começo a gente achou que era a ex-namorada, sabe como é? Ela mais nova, ele mais velho...”
Explicação	P1: Quando questionados pelo PCNP de Química e Física, sobre qual evidência foi decisiva para o laudo deles. A4: “O parricídio. Um dos membros do nosso grupo ao invés de procurar no dicionário que demorava muito, pegou e procurou no celular”. P1: Ao analisar um dos laudos investigativos que se referia a uma apólice de seguro de vida da vítima, tendo como beneficiária sua filha. A1: “Olha a cláusula ‘não há cobertura em caso de suicídio premeditado’, ela não ganha o seguro se ele se matar”. A1: “Isso não faz sentido como ele sabia que ia morrer?” A5: “A filha já odiava ele, já odiava... A carta que ele deixou”. [referindo-se a carta de despedida, onde a vítima narra sobre sua péssima relação com a filha e a ex-esposa, já falecida].
	P1: Essa categoria foi atingida, especificamente, pelo aluno A4 que concluiu sobre a presença da filha no local do crime, após análise de DNA deixado no local.

Raciocínio lógico	A4: “No cigarro tinha DNA da filha do juiz. A pronto, foi ela! A gente sabe que a filha, supostamente, já estava no local quando ele foi morto”.
Prática social	P1: Essa categoria foi contemplada quando o aluno traz seu contexto para o ambiente de debate. A3: “Que bom que eu assisti cidade alerta ontem”.

Fonte dos dados: do autor (2017).

Nota: A fonte em negrito na fala dos clubistas foi utilizada, a fim de ressaltá-las. O raciocínio lógico não foi identificado nas falas.

O ensino investigativo nesse caso, deu-se por meio de uma situação problema, intitulada: “Caso Dr. Edmundo Carlos Lehman”: Um juiz federal que ao descobrir sobre as intenções malignas de sua filha em matá-lo para ter direito a receber uma fortuna com um seguro de vida, onde era a única beneficiária, resolve tirar sua própria vida suicidando-se de forma premeditada, a fim de não deixar nada para a filha, já que sua apólice deixava claro a *não cobertura em caso de suicídio premeditado*. A filha chega ao apartamento do pai, o encontra sem vida e, resolve, portanto, alterar a cena de crime, dando indícios de um possível homicídio.

A pergunta norteadora gira em torno da resolução desse caso: “*O que aconteceu com o Dr. Edmundo Carlos Lehman?*”

Ao analisar os laudos periciais que foram entregues pela pesquisadora, os alunos foram capazes de levantar algumas **hipóteses**: “*Calma, como ele mandou a mensagem se o celular dele estava desligado?*” [fato esse observado durante a coleta de evidências, mas que não entra na cena como uma evidência colocada de forma proposital] e “*Não é mais sensato pensar que a filha dele chegou lá e viu ele morto e sabia que não ia ganhar o negócio da herança [seguro de vida] e deu um tiro nele?*”

Durante a conversa com os professores coordenadores de núcleo pedagógico, os alunos buscaram argumentações que contemplassem uma **justificativa** para incriminar alguém: “*A gente achou um e-mail do Edmundo [vítima] com umas palavras que não faziam sentido, daí a gente viu que tinha umas letras que estavam grandes outras pequenas [referindo-se a maiúsculas e minúsculas], nós fomos juntando as letras e formou uma palavra “parricídio”. A gente não sabia o que era isso, primeiro achávamos que não existia, aí a gente pegou o dicionário e depois o celular, e acabou vendo que era quando o filho mata pai ou mãe [...] a gente acabou descobrindo que ele se matou envenenado e que depois a filha dele... tipo... [pensando] Se ele se matasse a filha dele não iria ganhar a herança [seguro de vida], depois que ele se*

matou, a filha dele pegou e atirou nele para parecer como se fosse um homicídio para ela poder ganhar a herança”. Para Sasseron (2008), é na justificativa que as afirmações quando proferidas ganham bases fundamentadas, tornando-as mais seguras e concretas.

Nota-se no indicador **previsão**, que os alunos com base nas evidências, indicaram a presença de uma pessoa na cena de crime, no caso, uma mulher: *“A gente achou um monte de provas, batom no cigarro e no espelho que apontavam pra uma mulher na cena, no começo a gente achou que era a ex-namorada, sabe como é? Ela mais nova, ele mais velho...”*, que recebe autenticidade da garantia expressa na hipótese.

Analisaremos a **explicação** contida na fala dos alunos: *“O parricídio. Um dos membros do nosso grupo ao invés de procurar no dicionário que demorava muito, pegou e procurou no celular”*, quando questionados sobre qual evidência havia sido decisiva para o grupo chegar a conclusão da autoria do crime. Este fragmento ressalta ainda que, a efemeridade do tempo e o imediatismo advindos da pós-modernidade (HABERMAS, 1990), tornam o dicionário algo de pouco resultado, visto que, em segundos e poucos cliques podemos encontrar a resposta em algum site de pesquisa na internet.

Tratando-se sobre a **explicação**, Sasseron (2008) afirma que elas devem abastecer de informações adicionais às hipóteses já levantadas, tendo em vista que os alunos já indiciavam as suspeitas a uma mulher. O diálogo entre o aluno A1 e A5 demonstra a persistência em estabelecer conexões lógicas e, nesse caso, associada a justificativa e a previsão, mas que não necessariamente deverão seguir esse padrão:

A1: “Olha a cláusula ‘não há cobertura em caso de suicídio premeditado’, ela não ganha o seguro se ele se matar”.

A1: “Isso não faz sentido como ele sabia que ia morrer?”

A5: “A filha já odiava ele, já odiava... A carta que ele deixou”.
[referindo-se a carta de despedida, onde a vítima narra sobre sua péssima relação com a filha e a ex-esposa, já falecida].

O indicador **raciocínio lógico** foi atingido apenas pelo aluno A4, que reuniu o conhecimento científico sobre o DNA a presença da filha da vítima na cena de crime: *“No cigarro tinha DNA da filha do juiz. Ah, pronto, foi ela! A gente sabe que a filha, supostamente, já estava no local quando ele foi morto”*.

Lançamos mão da **prática social** em um contexto de visão de mundo. O uso educativo da programação televisiva convencional deve ser encorajado em salas de aula, inclusive por atrair a atenção dos educandos às aulas teóricas e motivá-los (GARCÍA BORRÁS, 2005). Desta forma, destaca-se o fragmento dito pelo aluno A3: *“Ainda bem que eu vi Cidade Alerta ontem!”*, referindo-se a um programa jornalístico exibido em rede nacional, que retrata o cotidiano e insegurança da população brasileira. O aluno é capaz de fazer uma conexão justificada entre o conhecimento proposto pela ciência forense e o seu contexto, tornando a aprendizagem efetivamente contextualizada e significativa.

Entendemos que a alfabetização científica é uma aprendizagem significativa dos conhecimentos das Ciências da Natureza para a sua aplicação no cotidiano, tendo como base Ausubel (2003) que denomina a aprendizagem significativa, a relação existente entre as novas informações que podem ser um conceito, uma ideia ou uma proposição e os conceitos prévios – da formação do sujeito – de forma não mecânica e substanciada. Trata-se de um saber já existente e sua interrelação com o que venha apresentar-se de novo, desde que lhe faça sentido.

O conhecimento é significativo por definição. É o produto significativo de um processo psicológico cognitivo (“saber”) que envolve a interação entre ideias “logicamente” (culturalmente) significativas, ideias anteriores (“ancoradas”) relevantes da estrutura cognitiva particular do aprendiz (ou estrutura dos conhecimentos deste) e o “mecanismo” mental do mesmo para aprender de forma significativa ou para adquirir e reter conhecimentos (Ausubel, 2003, folha de rosto).

Os alunos se sentiram motivados a participar dessa atividade. Segundo Pintrich e Schunk (2002) a motivação é um processo e não um produto. Dessa forma, não pode ser observada diretamente, mas pode ser inferida a partir de determinados comportamentos. Para Boyle (2012), os jogos de simulação onde o sujeito se coloca no papel de um personagem associados ao conteúdo científico, promovem o despojamento do estresse (catarse) e o aumento o interesse no desafio o jogo ou atividade promovem ao aluno. Podemos verificar essa motivação nos trechos a seguir:

A4: *“Primeiramente, a gente tirou as fotos e depois, a gente fez a investigação. Acho que a melhor parte foi quando a gente achou uma bolsa e estava com um cadeado, aqueles cadeados que tem números... Para mim foi a melhor parte, porque a gente teve que descobrir [a combinação]. É uma coisa muito boa!”*

A2: *“Ah foi legal! Porque a gente quebrou muito a cabeça lá dentro [cena de crime], muito mesmo”.*

A4: *“A A1 integrante do nosso grupo, ao invés de procurar no dicionário [que demorava muito], pegou e procurou no celular que era mais rápido [menção a palavra “parricídio” encontrada em um dos documentos deixados na cena de crime]. Para não demorar muito, porque a gente já estava com pouco tempo... Foi legal!”*

A5: *“Gostei mais de investigar uma cena de crime!”*

6.4 QUARTO EPISÓDIO: O que pensam os alunos sobre o Clube de Ciências Forenses?

No último diário de bordo preenchido (referente a aula 10), os estudantes foram instruídos a responderem quatro questões:

- O que você mais gostou no Clube de Ciências Forenses?
- O que você menos gostou no Clube de Ciências Forenses?
- O que você aprendeu no clube, que acha que jamais irá esquecer?
- Qual a importância de se estudar ciências dessa forma?

Todos os alunos (com exceção do aluno 3, que não estava presente nesse episódio) responderam à essas questões, relatando boas e más experiências.

Referente a questão 1: “O que você mais gostou no Clube de Ciências Forenses?”, extraímos os seguintes relatos:

Aluno 1: [O que mais gostei] do dia das digitais e da cena de crime.

Aluno 2: O que eu mais gostei no clube foi a extração [revelação] de digitais. Eu [também] gostei de mexer com as reações da fenolftaleína [aula 5].

Aluno 4: Eu gostei mais de quando fizemos a investigação local [cena de crime]

Aluno 5: Eu gostei de todas as coisas [que fizemos]. Eu aprendi a tirar [revelar] digitais, fazer ressuscitação [cardiopulmonar] em casa, primeiros socorros, extrair DNA, como achar [identificar] sangue nos lugares, de investigar a cena de crime.

Referente a questão 2: “O que você menos gostou no Clube de Ciências Forenses?”, extraímos os seguintes relatos:

Aluno 1: Eu não gostei da extração de DNA.

Aluno 2: Eu não sei ao certo se eu não gostei de alguma coisa, pois eu me diverti muito e aprendi muito ao longo do clube (talvez tenha sido no começo, eu gosto de pôr a mão na massa) [referindo-se as aulas iniciais teóricas].

Aluno 4: O que eu menos gostei foi que demorava demais para nós irmos para a aula.

Aluno 5: O que eu menos gostei foi que nós tivemos poucas aulas.

Sobre a questão 3: “O que você aprendeu no clube, que acha que jamais irá esquecer? Seguem os relatos:

Aluno 1: Acho que a ciência desenvolve a curiosidade e a observação, isso eu acho que nunca vou esquecer e que nem sempre o que parece... é!

Aluno 2: Eu acho que depois do clube, eu nunca mais vou esquecer de prestar atenção em todos os fatos possíveis, de tudo.

Aluno 4: Eu aprendi para sempre olhar aos detalhes.

Aluno 5: [Aprendi] como é importante trabalhar em grupo, como é bom ajudar ao próximo, essas são coisas que eu nunca vou esquecer.

Por fim, perguntamos: “Qual a importância de se estudar Ciências dessa forma?”

Aluno 1: não respondeu essa questão.

Aluno 2: A gente aprende sobre coisas que podemos aplicar no nosso dia a dia, e esse tipo de ciência me ajudou a ter mais paciência e manter mais minha concentração nas coisas.

Aluno 4: não respondeu essa questão.

Aluno 5: A importância de estudar ciências dessa forma é que assim a pessoa se empenha mais e começa a gostar mais dessas coisas.

Tendo em vista todo referencial teórico e as observações descritas ao longo da nossa fundamentação, construímos a hipótese de que a concepção dos alunos manifesta um conjunto de saberes (valores, sentimentos, ideias de ensino, aprendizagem, ciência e escola) que depende do tipo e processo de ensino vivenciado por cada um deles, nesse percurso no Clube de Ciências Forenses.

Isso corrobora o nosso entendimento que as atividades científicas são capazes de atrair os jovens e pensamos que seja pelo encanto do novo a ser descoberto. Se a escola, devido a sua dinâmica e problemática atual, não pode proporcionar todas as informações científicas que os alunos necessitam, deveria propiciar ambientes ou iniciativas para que os alunos saibam como e onde buscar os conhecimentos que precisam. Sendo assim, os espaços não formais de ensino como o Clube de Ciências, constituem fontes que podem promover uma amplificação dos saberes científicos (LORENZETTI E DELIZOICOV, 2011).

Para Buch e Schroeder, 2011, “a ação do Clube de Ciências não se limita apenas à aprendizagem de conceitos e fatos científicos, age também na formação pessoal do estudante”, afinal, os alunos aprendem a criar e respeitar regras, compartilhar experiências com seus colegas e o espírito de equipe por intermédio do trabalho em grupo. De acordo com os autores, os alunos acabam por descobrir suas aptidões, estimulando a criticidade diante dos debates.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse trabalho é fruto das inquietações que nos acompanharam no exercício da carreira docente, na área de ensino de ciências. Porém, essas inquietações já não são mais as mesmas, pois foram reconstruídas ou ressignificadas após os estudos realizados, as interações com os referenciais teóricos e com o objeto desta pesquisa.

A investigação teve como objetivo principal responder à questão: “Como o Clube de Ciências Forenses pode contribuir no desenvolvimento da alfabetização científica dos alunos?”

No entanto, para almejarmos os objetivos da pesquisa, foi necessário organizar o processo de construção do conhecimento em um ambiente não institucionalizado de ensino, vencendo as condições impedoras importantes, como: a falta de laboratório de ciências ou espaço condizente, ausência de materiais apropriados para o uso nas atividades investigativas, o descostume dos estudantes em práticas laboratoriais nas aulas de ciências, entre outros.

A estratégia escolhida foi usar o Clube de Ciências como ferramenta educacional, o ensino investigativo como metodologia e abordagem didática e a ciência forense como tema norteador. O clube oferece um movimento de dinamismo e reflexão, caracterizados por ações que julgamos justificadas para o progresso de educação científica dos estudantes do ensino fundamental II da rede pública estadual.

Para avaliar o processo de alfabetização científica, usamos os indicadores dos grupos 2 e 3, propostos por Sasseron (2008), que tendem a demonstrar algumas habilidades necessárias dentro do processo de construção do saber pelos alunos.

Pelos resultados, verificamos que grande parte desses indicadores estiveram presentes durante os episódios analisados, como o levantamento de hipóteses, o teste para as hipóteses, justificativa, previsão, explicação, raciocínio lógico/proporcional e a prática social, esta última acrescida por nós.

Entretanto, alguns elementos foram desconsiderados nesse estudo: o nível de alfabetização científica individual dos clubistas, a revisão na abordagem didática dos conteúdos de genética referente à aula 4, o progresso do desenvolvimento da AC nas aulas regulares de ciências, dentre outros. Outros estudos se fazem necessários para análise dos fatores elencados.

No primeiro episódio (aula 3), os alunos foram capazes de entender o processo químico que envolvia o vapor do iodo. Esta hipótese, dentro da situação problema, levou-os a refletir sobre a validade de cada método de revelação das digitais utilizados pelo grupo, chegando-se à conclusão de que utilizar o carvão vegetal seria a maneira mais fácil, dentro das atividades propostas, para se obter as digitais.

Podemos verificar, também, que a escolha dos locais apropriados para a coleta, bem como as dificuldades destacadas para a obtenção, indica fortemente a influência das séries televisivas sobre investigação criminal. Em seu estudo, Ezquerria (2010) destaca que ver algo não corresponde necessariamente a aprender de fato e mostrar não é ensinar. Sendo assim, o professor tem o papel fundamental em trazer ao debate a visão da ciência exibida nas séries, a fim de apresentar as conexões corretas entre o conceito científico e os fenômenos verificados na ficção. A análise dos resultados mostra que este não ocorre automaticamente.

Já no segundo episódio (aula 4), o olhar sobre a análise recai para as concepções alternativas e/ou espontâneas presentes nos relatos orais e escritos. Identificamos nas falas dos clubistas diversas concepções alternativas e evidenciamos uma resistência dos alunos a evolução conceitual, avançando, portanto, apenas na esfera da coexistência das concepções (antiga e nova), sugerindo que essa atividade necessite de um tempo maior de aplicação e avaliação.

O conceito alternativo é uma reelaboração da espontaneidade que o aluno carrega em si, ou seja, quanto mais cedo o aluno for ensinado a articular a teoria com a prática, maior será o seu sucesso no processo de apropriação do conhecimento científico contextualizado (MOREIRA; GRECCA, 2000). Ainda que, à medida que forem ofertados espaços que estimulem a discussão e o debate de ideias entre os colegas, maior será a oportunidade de promover um saber científico mais aprimorado.

Ainda sobre o segundo episódio, podemos identificar o uso de um dos indicadores de AC com maior destaque. O raciocínio lógico esteve coerente nas imagens analisadas e indicam uma fundamentação entre a hipótese levantada e o teste realizado, além da percepção crítica em relação aos fatores que determinavam o processo de extração do DNA do morango.

Diante do exposto, o terceiro episódio (aulas 9 e 10) encerrou esse percurso de construção do conhecimento por meio da atividade forense, de forma bastante satisfatória. Faz-se necessário relatar que, ao elaborar atividade como uma cena

fictícia de crime, o professor tome alguns cuidados, tais como: investigar previamente as histórias familiares e o contexto social enfrentado pelos alunos, não reproduzir cenas de violência explícitas ou com imagens fortemente impactantes, não utilizar materiais que ameacem a integridade física dos participantes, revisar a escolha do caso criminal e a disposição das evidências na simulação.

O caso criminal escolhido neste estudo como cenário para apresentação dos conhecimentos aprendidos ao longo do clube, não tinha previsto o uso das impressões digitais como evidência, apenas como vestígio. Porém, a ausência da análise das impressões digitais nos laudos periciais entregues aos alunos é tido como um fator negativo do processo de elaboração da cena, visto que as digitais se constituem prova importante do processo pericial forense e escolhida nesse trabalho como a aula a ser analisada, dada a sua importância.

A presença de amostras de DNA na cena de crime foi decisiva para que os clubistas assumissem um suspeito e o evidenciassem com base no conhecimento teórico. O DNA da filha do juiz foi encontrado não apenas no cigarro deixado no cinzeiro, mas também no copo de bebida, sendo nítido que a aula sobre extração de DNA influenciou os alunos.

Destacamos na fala dos alunos que o termo “parricídio”, desconhecido até então, foi o fator chave para desvendarem o caso. E aqui ilustramos o caráter multidisciplinar dessa ciência, onde podemos trabalhar com diferentes áreas do saber para resolver um problema específico.

Para finalizar a análise, o quarto episódio evidencia que essa proposta contribuiu para a aprendizagem significativa, possibilitando a alfabetização científica, à medida que o diálogo estabelecido ao longo do clube, seja com os sujeitos da pesquisa e os seus conhecimentos prévios e a interação entre todos favoreceu para que as novas concepções científicas se estabelecessem, mesmo que na esfera da coexistência com a concepção antiga.

É importante ressaltar a versatilidade que o ensino das ciências forenses subsidia, tornando a ciência-vivência mais concreta. Torna-se possível trabalhar com as Ciências do ensino fundamental II e as práticas forenses como tema de fundo e, isso permitirá ao aluno não apenas entender o conteúdo, mas a conseguir relacionar a teoria com a vida em sociedade e, assim, propiciar ao educando um olhar na busca pela visão crítica e contextualizada do processo científico.

A implementação do Clube de Ciências nas escolas de ensino fundamental II da rede pública é perfeitamente viável, desde que haja uma gestão interessada, alunos engajados e um professor-facilitador que possibilite que a atividade transcorra e se efetive.

Os indicadores de alfabetização científica contribuíram para o desenvolvimento das práticas investigativas e favoreceram a aprendizagem, estimulando habilidades e atitudes para que estudantes compreendessem o meio em que vivem. Acreditamos que esse trabalho contribua para uma alfabetização científica que priorize o princípio formador do caráter crítico do sujeito e a sua função na sociedade.

Pensando nesse contexto, muitos problemas diagnosticados no processo de ensino-aprendizagem não adquirem sentido até que o professor os tenha enfrentado em sua prática docente. A oferta de uma estrutura de formação continuada, que faça sentido (ligada ao cotidiano escolar), poderia minimizar os problemas apontados. Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2007, p. 34) refletem que “o trabalho docente deve ser direcionado para sua apropriação crítica pelos alunos, de modo que se incorpore efetivamente no universo das representações sociais e se constitua como cultura”.

O professor necessitaria ter, em algum momento de sua formação, o exercício do pensamento crítico e a visão dos saberes da ciência contextualizados (FREITAS; SOUZA, 2012). Dessa forma, possibilitaria alfabetizar-se cientificamente e levar os conhecimentos e atitudes adquiridas em sua formação para o exercício de sua prática, corroborando com Lorenzetti e Delizoicov (2001):

É o papel de um agente transformador que está se exigindo do professor. Além das novas competências técnicas e instrumentais para desempenhar adequadamente a sua função educativa em sintonia com as demandas desta perspectiva alfabetizadora, o professor precisa tanto desenvolver o espírito crítico e a criatividade, como envolver-se ativamente com a sua comunidade, sendo um formador de opiniões (p. 13).

Corresponder às expectativas conduzem-nos a um novo questionamento: Como se constituem os perfis de alfabetização científica de professores de Ciências da Natureza?

REFERÊNCIAS

- AULER, D.; DELIZOICOV, D., “Alfabetização Científico-Tecnológica Para Quê?”, **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, v.3, n.1, junho, 2001
- AUSUBEL, D. P., **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva**. Lisboa: Plátano, 2003.
- ARAGÃO, R. M. R.; SCHNETZLER, R. P., Importância, sentido e contribuições de pesquisa para o ensino de Química, In: **Química Nova Escola**, n.1, p-27-31, 1995.
- AZEVEDO, M. C. P. S., Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: _____. **Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática**. Anna Maria Pessoa de Carvalho (Org). São Paulo. Thomson, 2006.
- BARDIN, L., **Análise de conteúdo**. São Paulo. 70. ed. 2011.
- BARROW, L. H. A., Brief History of Inquiry: From Dewey to Standards. In: **Journal of Science Teacher Education**, v.17, 265–278, 2006.
- BAZO, R. H.; SANTIAGO, A. O., Investigación científica en la escuela: **Ferías de Ciencias y Tecnología**. Editorial Plus Ultra, Buenos Aires. 1981.
- BERGSLIEN, E., Teaching to Avoid the “CSI Effect”. **Journal of Chemical Education**, v. 83, n. 5, p. 690, 2006.
- BRANDI, A. T. E.; GURGEL, C. M. A., A Alfabetização Científica e o Processo de Ler e Escrever em Séries Iniciais: Emergências de um Estudo de Investigação-Ação, **Revista Ciência & Educação**, v.8, n.1, 113-125, 2002.
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular: Educação Infantil e Ensino Fundamental**. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2018.
- BOFF, D.; LIMA, I. de; CAON, K., Clube de Ciências: ambiente interativo facilitador da aprendizagem. **Scientia cum industria**, v. 4, n. 4, p. 191-193, 2016.
- BORRÁS, F. J. G., La serie C.S.I. como metáfora de algunas facetas del trabajo científico. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, v. 2, n. 3, 374-387. 2005.
- BUCH, G. M.; SCHROEDER, E., Clubes de ciências e alfabetização científica: percepções dos professores coordenadores da rede municipal de ensino de Blumenau (SC). **Anais do X Congresso Nacional de Educação EDUCERE**. Curitiba, 2011.
- BYBEE, R. W., Achieving scientific literacy. In: **The science teacher**, v. 62, n. 7, 1995. p. 28-33.

CANIÇALI, M. A.; LEITE, S. Q. M., Clube de ciências no ensino fundamental: um projeto escolar com enfoque de ciência, tecnologia sociedade e ambiente. **Revista da SBEnBIO**, 7: 6877-6888, 2014.

CACHAPUZ, A.; GIL-PÉREZ, D.; CARVALHO, A. M. P.; PRAIA, J.; VILCHES, A., **A necessária renovação do Ensino das Ciências**. 3.ed. São Paulo: Cortez, 2011.

CARVALHO, A. M. P., **Las practicas experimentales en el proceso de enculturación científica**. In: GATICA, M Q; ADÚRIZ-BRAVO, A (Ed). Enseñar ciencias en el Nuevo milenio: retos e propuestas. Santiago: Universidade católica de Chile. 2006

_____. **As práticas experimentais no ensino de Física**. In. CARVALHO, A. M. P. (Org.) Ensino de Física. Coleção ideias em ação. São Paulo: Cengage Learning, 2010. p. 53-78.

_____. **Ensino e aprendizagem de ciências: referenciais teóricos e dados empíricos das sequências de ensino investigativo (SEI)**. In: Longhini, M. D. (org). O uno e o diverso na educação. Uberlândia, MG: EDUFU, 2011, cap. 18, p. 253-266.

_____. **O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativa**. In: Carvalho, A. M. P. (org.). Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula. São Paulo, Cengage Learning, 2013.

CARVALHO, A. M. P.; TINOCO, S.C., **“O Ensino de Ciências como 'enculturação'”**. In: CATANI, D.B. e VICENTINI, P.P., (Orgs.). Formação e Autoformação: Saberes e Práticas nas Experiências dos Professores. São Paulo: Escrituras, 2006.

CHASSOT, A., **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação**. Ijuí: Editora Unijuí, 2000. 368 p.

_____. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**, v. 1, n. 22, 2003, p. 89-100.

CHATTOPADHYAY, A. Understanding of genetics information in higher secondary students in northeast India and the implications for genetics education. **Cell Biologycal Education**. v.4, p.97–104. 2005.

COSTA, A., Clubes de Ciências “Pequeno Príncipe” - uma realidade na área rural. **Revista do PROCIRS**. Porto Alegre: FDRH, v.1, 1988, p.38.

COSTA, S. M. F., **Classificação e verificação de impressões digitais**. Dissertação [Mestrado em Engenharia Elétrica], Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, p. 123, 2001.

COUTO, M. R. A. M., **Os clubes de ciências e a iniciação à ciência: uma proposta de organização no ensino médio**. Dissertação (Mestrado profissional em ensino de ciências) – Programa de Pós-graduação em ensino de ciências – Universidade de Brasília, p. 249, 2017.

DIAS FILHO, C. R.; ANTEDOMENICO, E., A perícia criminal e a interdisciplinaridade no ensino das ciências naturais. **Química Nova Escola**. v. 32, n. 2, 67-72, 2010.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2002.

DENZIN, N. K., LINCOLN, Y. S., **O planejamento da pesquisa qualitativa**. Porto Alegre: Penso. 2006.

DEWEY, J., **Como pensamos: como se relaciona o pensamento reflexivo com o processo educativo - uma reexposição**. Tradução de Haydée de Camargo Campos. 3. ed. São Paulo: Nacional, 1959. 292 p. [A primeira edição, em inglês, é de 1910].

_____. **How We Think: A Restatement of the Relation of Reflective Thinking to the Educative Process**. Boston, MA: D.C. Heath & Co Publishers. 1993.

DRIVER, R.; EASLEY, J., Pupils and paradigms: a review of literature related to concept development in adolescent science students. **Studies in Science Education** v. 12, 7-15, 1978.

DRIVER, R.; GUESNE, E. TIBERGHEIN, A., **Ideas científicas em la infancia y la adolescência**. Traduzido por Pablo Manzano. Madrid: Ediciones Morata, 4 ed, 1999.

FERNANDES, J. A. B., **Você vê essa adaptação? A aula de campo em ciências entre o retórico e o empírico**. 2007. 327p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

FREIRE, P., **Educação como prática de liberdade**. São Paulo: Editora Paz e Terra. 23 ed. 1999, 186 p.

_____. **Pedagogia da Indignação: Cartas pedagógicas e outros escritos**. São Paulo: UNESP, 2000.

FREITAS, D. P. S., SOUZA, N. C. A Alfabetização Científica Desenvolvendo o Senso Crítico e Construindo Posicionamentos. **IX ANPED SUL/Seminário de Pesquisa em Educação da Região Sul-RS**, Caxias do Sul, 2012.

FUNKHOUSER, J.; DESLICH, B. J., Integrating Forensic Science can be the basics of a unique curriculum that fosters analytical thinking and problem solving. **The Science Teacher**, v. 67, n. 6, p. 32-25, 2000.

GATTI, B. A., **Grupo focal na pesquisa em Ciências sociais e humanas**. Brasília: Líber Livro, 2005.

GIL-PÉREZ, D.; MACEDO, B.; MARTÍNEZ TORREGROSA, J.; SIFREDO, C.; VALDÉS, P.; VILCHES, A. (Eds.), **¿Cómo promover el interés por la cultura científica?** Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años. Santiago: OREALC/UNESCO, 2005.

GUIDO, L. F. E.; **A evolução conceitual na prática pedagógica do professor de ciências das séries iniciais**. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de Campinas, p. 195. 1996.

GOMES, C. M. B., Aspectos Psíquicos e Políticos do Ensino no Clube de Ciências. **Revista do PROCIRS**. Porto Alegre: FDRH, v.1, n.1, 1988, p.30.

GÜNTHER, H., Pesquisa Qualitativa versus Pesquisa Quantitativa. Esta é a questão? **Revista Psicologia: Teoria e Pesquisa**. v.22, n.2, Universidade de Brasília. p.201-210. 2006.

HABERMAS, J., **O discurso filosófico da modernidade**. Lisboa: Dom Quixote, 1990.

JACOBUCCI, D. F. C., **Contribuições dos espaços não formais de educação para a formação da cultura científica**. Em extensão, Uberlândia, v.7, 2008.

KRASILCHIK, M., **Dez anos de encontros “Perspectivas do ensino de Biologia”**. Atas do V EPEB. São Paulo: USP, 1994.

LAUGKSCH, R. C., “Scientific Literacy: A Conceptual Overview”, **Science Education**, v.84, n.1, 71-94, 2000.

LEÃO, N. M. M., KALHIL J. B., Concepções Alternativas e os Conceitos Científicos: Uma Contribuição para o Ensino de Ciências. **Universidade do Estado do Amazonas**, 2015.

LEMKE, J. L., **Talking science: language, learning, and values**. Norwood: Ablex, 1997.

LEWIS, J.; LEACH, J.; WOOD-ROBINSON, C. All in the genes? Young people’s understanding of the nature of genes. **Journal of Biological Education**. v.34, n.2, p.74–79. 2000.

LORENZETTI, L; DELIZOICOV, D. Alfabetização científica no contexto das séries iniciais. **Ensaio – Pesquisa em educação em Ciências**, Santa Catarina, v. 3, n. 1, 2001.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A., **Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas**. 2ed. Rio de Janeiro: E.P.U, 2015.

MAMEDE, M. E ZIMMERMANN, E., **Letramento Científico e CTS na Formação de Professores para o Ensino de Física**, trabalho apresentado no XVI SNEF – Simpósio Nacional de Ensino de Física, São Luís, 2007.

MANCUSO, R.; LIMA, V. M. R.; BANDEIRA, V. A., **Clubes de Ciências: criação, funcionamento, dinamização**. Porto Alegre: SE/CECIRS, 1996. 365 p.

MARBACH-AD, G. Attempting to break the code in student comprehension of genetics concepts. **Journal of Biological Education**. v.35, p.183-189. 2001.

MARTÍNEZ, A. E., Desarrollo audiovisual de contenidos científico educativos. Vídeo: "Las vacas no miran al arco iris". **Enseñanza de las Ciencias**, v. 28, n. 3, p. 353-366, 2010.

MARTÍNEZ, A. E.; POLO DÍEZ, A. M., Una exploración sobre la televisión y la ciencia que ve el alumnado. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 9, n. 3, 696-715. 2010.

MILLER, J. D., Scientific Literacy: a conceptual and empirical review. **Daedalus**, v. 112, n. 2, 29-48, 1983.

MOREIRA, M. A., **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília: Editora da UnB, 2006.

MOREIRA, M. A., GRECA, I. M., Cambio conceptual: análisis crítico y propuestas a la luz de la teoría del aprendizaje significativo, **Ciência e Educação**, Bauru 9, 301-315, 2000.

MORTIMER, E. F., Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos? **Investigações em ensino de ciências**, v. 1, n. 1, p. 20-39, 1996.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H., A Linguagem em uma Aula de Ciências, **Presença Pedagógica**, v.2, n.11, 49-57, 1996.

MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. H., **Meaning making in secondary science classrooms**. Buckingham: Open University Press, 2003.

OLIVEIRA, R.; PINTO, J. M. O.; OAIGEN, E. R., Clubes de Ciências: Ferramenta educacional para a construção de caminhos de iniciação à educação científica. Rio Grande do Sul: **IX Anped Sul – Seminário de Pesquisa em Educação da Região Sul**. 2012.

PAIVA, A. L. B.; MARTINS, C. M. C., Concepções prévias de alunos de terceiro ano do ensino médio a respeito de temas na área de Genética. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**. v.7, número especial, 2005.

PEDUZZI, S. S., Concepções alternativas em mecânica. In: **PIETROCOLA, Mauricio (Org.). Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia em uma concepção integradora**. Florianópolis: Editora da UFSC, 2005. p. 53-75.

PELIZZARI, A.; KRIEGL, M. L.; BARON, M. P.; FINCK, N. T. L.; DOROCINSKI, S. I., Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel. **Revista Psicologia e Educação**. Curitiba, 2: 37-42, 2002.

PINTRICH, P. R.; SCHUNK, D. H., **Motivation in education - theory, research and applications**. New Jersey: Merrill Prentice Hall, 2002.

POWELL, R. A.; SINGLE, H. M., Focus groups. **International Journal for Quality in Health Care**, v. 8, n. 5, p. 499-504, 1996.

PROGRAMA NACIONAL DE ACTIVIDADES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS JUVENILES. Servicio de Difusión Científica. **Clubes de Ciencias** – 1. Buenos Aires; SEDIC, 1994, 26p.

RAMOS, E.M.F., **Brinquedos e Jogos no Ensino de Física**. 1990. Dissertação (Mestrado), IF, Universidade de. São Paulo, 1990.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F., Tomada de Decisão para Ação Social Responsável no Ensino de Ciências, **Ciência & Educação**, v.7, n.1, 95-111, 2001.

SANTOS, D. J. F.; SANTOS, J. M. T., **Possibilidade de implementação de clubes de ciências em escolas públicas do ensino fundamental do Estado do Paraná**. In: O professor PDE e os desafios da escola pública paranaense. Guarapuava, Paraná: UECO, 2007, cap. 1, 19 p.

SASSERON, L. H., **Alfabetização Científica no ensino fundamental: estrutura e indicadores deste processo em sala de aula**. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, p. 317. 2008.

_____. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e a escola. **Revista Ensaio**, v. 17, n. especial, p. 49-67, 2015.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P., Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 3, p. 333-352, 2008.

_____. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em ensino de ciências**. v.16, n. 1, p. 59-77, 2011.

SEBASTIANY, A. P.; PIZZATO, M. C.; DEL PINO, J. C.; SALGADO, T. D. M., A utilização da Ciência Forense e da Investigação Criminal como estratégia didática na compreensão de conceitos científicos. **Didáctica de la Química**, v. 24, n. 1, p. 49-56, 2012.

SILVA, E. L. da., **Contextualização no ensino de química: ideias e proposições de um grupo de professores**. Dissertação de Mestrado - USP. São Paulo, 144p, 2007.

SILVA, P. S.; ROSA, M. F., A utilização da ciência forense do seriado CSI no ensino de Química. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, 6 (3): 148-160, 2013.

SOARES, M., **Letramento: um tema em três gêneros**. Belo Horizonte: Autêntica, 1998.

TENÓRIO, T.; LEITE, R. M.; TENÓRIO, A., Séries televisas de investigação criminal e o ensino de ciências: uma proposta educacional. **Revista eletrônica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 13, n. 1, p. 73-96, 2014.

TESTONI, L. A., **Caminhos criativos e elaboração de conhecimentos pedagógicos de conteúdo na formação inicial do professor de física**. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, p. 296. 2013.

UNESCO/SECAB., **Manual para el fomento de las actividades científicas y tecnológicas juveniles**. Bogotá: Convenio “Andrés Bello”. 1985.

VUCETICH, J., *Dactiloscopia comparada: el nuevo sistema argentino*. La plata: Jacobo Peuser, 1904.

WOOD-ROBINSON, C.; LEWIS, J.; LEACH, J. Young people's understanding of the nature of genetic information in the cells of an organism. **Journal of Biological Education**. v.35, n.1, p.29–36. 2000.

ZOLLER, U., Alternative assesment as (critical) means of facilitating HOCS-Promoting teaching and learning in Chemistry Education. **Chemistry Ed. Res. Practice Europe**, v. 2, n. 1, p. 9- 17, 2001.

ZOMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E., Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Revista Ensaio**. v.13, n. 3, p. 67-80. set-dez, 2011.

APÊNDICES

APÊNDICE 1 - TRANSCRIÇÃO PARCIAL DAS AULAS DO CLUBE DE CIÊNCIAS FORENSES - ALUNOS A1, A2, A3, A4, A5 E P1

3º AULA: REVELANDO IMPRESSÕES DIGITAIS (14 de setembro de 2017).

TRACK 1: PRIMEIRA PARTE 33 MINUTOS E 15 SEGUNDOS

- 14min50ºs

P1: Bom, pessoal... Hoje a aula é sobre o que?

A1: Impressões digitais!

P1: Isso, impressões digitais. Que são marcas que as pessoas deixam no local do crime, as marcas dos dedos principalmente. Então, a nossa tarefa hoje é coletar impressões digitais.

- 15min15ºs

P1: No primeiro experimento a gente vai pegar o Erlenmeyer, a pipeta de água, o iodo que atua como se fosse uma tintura e a lamparina.

- 16min20ºs

[nesse momento o coordenador da escola adentra a sala para auxiliar a pesquisadora a acender a lamparina, ambos estão com dificuldade nesse processo]

- 19min25ºs

P1: Acho que eu vou tentar arrumar uma vela.

- 22min40ºs

P1: Conseguimos, gente coloca a máscara! Então a gente vai fazer o seguinte, o certo era esse fogo levantar mais, então não sei se será suficiente a ponta da gente conseguir ter vapor. Cada um de vocês vai recortar um pedacinho desse papel, chama papel filtro, cada um pega uma metade, aí vocês... vão ter que tirar a luva. Vocês vão marcar o dedão nesse papel, não é pra ficar esfregando. Quando o vapor subir, vocês vão vir com esse pedacinho de papel, com a pinça e colocar ele dentro do Erlenmeyer, esperar o vapor e se levantar.

- 23min49ºs

P1: Por que o vapor do iodo vai fazer aparecer a impressão digital?

A1: Eu não sei explicar muito bem, mas tem a ver com a gordura dos dedos?!

P1: Isso. O iodo tem afinidade com o gordura, é como se ele “pintasse” a digital do nosso dedo, por causa da gordura.

- 30min00ºs

A1: Dá pra ver não dá? Que é o nosso dedo.

A2: Eu acho que colocamos água demais com o iodo.

A5: Eu acho que deu errado porque você não carimbou direito o dedo no papel filtro. Eu acho né! Sei lá...

[a parte da atividade investigativa referente a coleta com carvão vegetal, não foi gravada, pois foi executada em ambiente externo, sendo assim, apenas os diários de bordo foram objetos de análise nessa parte do episódio].

4º AULA: EXTRAÇÃO DE DNA DO MORANGO (21 de setembro de 2017).

TRACK 1: PRIMEIRA PARTE 47 MINUTOS E 41 SEGUNDOS DE DURAÇÃO.

- 1min46°s

P1: Bom, semana passada a gente fez o que mesmo?

A5: Tiramos digitais

P1: Com o que?

A4: Carvão e iodo

P1: Isso carvão e vapor de iodo, né?! Hoje a gente vai fazer extração de DNA. Alguém sabe o que é DNA?

A4: Eu não sei como dizer. Eu sei o que é, mas não sei como dizer!

P1: Diga como vier, como você vier. Como você achar que é.

A4: A maioria das coisas tem DNA, é difícil dizer... É complexo. A nossa pele tem DNA, as frutas têm DNA...

A5: Tudo tem DNA.

A4: Isso...

P1: Tudo tem DNA? Pedra tem DNA?

Todos: Não.

[nesse momento apenas um aluno afirma que pedra tem DNA]

P1: Pedra não tem DNA. Então para se ter DNA é preciso o que?

A4 e A5: Ser seres vivos.

A4: Somente seres vivos tem DNA.

P1: Certo, seres vivos.

A5: Se fosse assim, mesa teria DNA, porta teria DNA...

P1: Hoje a gente vai usar como ser vivo, o morango. Todo mundo sabe que o morango é um ser vivo?

A3 e A4: Sim!

P1: Pertence ao grupo das plantas então obviamente é um ser vivo. Então o que a gente vai conseguir ver a partir que extraíremos DNA desse ser vivo? A gente vai ver algo, nossa... Vou ver o DNA e ele é muito louco, grande, brilhante... Tô viajando aqui [risos].

A5: Não.

A2: É uma minhoca branca...

P1: Então como é que vai funcionar aqui hoje. Eu criei aqui uma “receitinha” para vocês extraírem DNA, basicamente sozinhos, sem que eu me intrometa muito. Uma coisa ou outra eu vou acabar ajudando vocês, mas a ideia é que eu não me intrometa muito. Então primeira coisa que vocês vão fazer é ler este protocolo e ver se vocês entendem as informações, se tudo está claro, ok?

- 14min15°s

P1: Aqui diferente do iodo, nós não temos um grande o risco. O risco é a gente contaminar a nossa amostra, porque aqui eu só quero o material genético do morango, certo?

[o som é incompreensível nesse momento, mas nas imagens podemos observar os alunos realizando os experimentos segundo o protocolo que lhes foram entregues]

A1: Pode formar espuma, professora?

P1: Não. Mistura bem de leve para não formar espuma, senão detergente o perde suas propriedades.

A1: É o detergente que vai fazer o DNA aparecer?

P1: Não. O detergente é responsável apenas por romper a barreira da membrana plasmática da célula.

P1: Isso tá certinho, deixa o líquido descer sozinho [refere-se a coagem do líquido da solução pelo filtro de papel]

A2: Escorre devagar, o saco está com ar, vai estourar...

- 35min56°s

P1: Vocês viram que o álcool está separando a solução do morango? Por que será?

A1: Sim, é verdade!

- 40min11°s

[Nesse momento o aluno A5 percebe que comentou uma falha procedimental no experimento, adicionando álcool na solução além do recomendado no protocolo].

A5: Professora, vem cá! Tá certo?

P1: Acho que não vai precipitar DNA. Tá vendo que formou um monte de bolhas? Ele deveria estar se condensando... Tem algo que não deu certo. Pega a solução e refaz...

[o aluno A5 refaz o procedimento]

TRACK 2: SEGUNDA PARTE 42 MINUTOS E 41 SEGUNDOS DE DURAÇÃO.

- 04min48°s

[É dito que a aula acabou e que eles deveriam organizar os materiais para posteriormente escrever os diários de bordo. O aluno A5 nessa etapa está analisando o tubo de ensaio].

A5: Olha aqui o DNA – falando para outro colega.

P1: Cadê, conseguiu?

P1: Olha aqui gente!

A3: É de quem esse aí?

A5: Meu!

A2: Como vocês fizeram isso.

A5: Eu coloquei um pouco mais de álcool a mais de álcool.

P1: Viu a questão era o álcool.

A5: O copo que era pra jogar fora, olha o tanto de DNA que formou aqui...

- 20min15°s

P1: Vocês conseguiram entender por que naquelas séries tipo CSI, é tão importante identificar o DNA da vítima e dos suspeitos?

TODOS: Sim.

A3: Por isso na cena de crime os policiais precisam sempre buscar por amostras de DNA.

A4: Sem DNA é difícil culpar alguém, né professora?

P1: Quase impossível. Mesmo que você ache e consiga colher as impressões digitais, sem DNA é muito difícil de se acusar alguém.

9º AULA: SIMULAÇÃO DE CENA DE INVESTIGAÇÃO CRIMINAL – ANÁLISE DAS EVIDÊNCIAS (16 de novembro de 2017).

TRACK 1: PRIMEIRA PARTE 24 MINUTOS E 48 SEGUNDOS DE DURAÇÃO.

- 1min02°s

P1: Bom o que nos fazer hoje. É a parte dois da semana passada. Então a gente pegou as pistas, né? E hoje vocês vão tentar chegar a um laudo, do que aconteceu com o dr. Edmundo. Então, vocês vão ter acesso as pistas, além disso, vocês terão as digitais coletadas pelo grupo, um laudo que chegou da perícia, um laudo do médico-legal, um laudo do laboratório de perícia e os depoimentos que o delegado mandou.

06min35°s

P1: Os laudos estão numa ordem. Comecem desde o dia e horário que ocorreu o crime... Põem nessa ordem.

[A pesquisadora deixa a sala. O aluno A1 começa a ler os laudos para os demais]

07min51°s

A4: Como que ele mandou a mensagem, se o celular dele estava desligado?

A1: A mensagem foi enviada, mas ela encontrou o corpo que horas?

A2: 22h15.

10min51°s

[Existem marcas de tinta preta na mão do juiz].

A2: Ele poderia ter sujado a mão de tinta ao escrever a carta?

11min13°s

[No cigarro foi encontrado DNA da filha do juiz].

A4: A pronto!

A1: Calma!

13min10°s

A4: Calma gente. A gente sabe que a filha supostamente já estava lá no local quando ele foi morto e que ele não se matou. Tudo aponta para a filha.

A5: Tinha uma marca de batom no espelho.

A1: Primeiro, eu lembro que no certificado, tinha um negócio contra suicídio, então envenenamento é meio que...

- 14min41°s

A1: Se ele se matasse ela não ia ganhar herança, então pra fingir que era assassinato, ela foi lá e atirou nele. É uma possibilidade.

- 16min03°s

A1: Tava pensando também, que o batom no espelho... Se foi a filha, ela pode ter plantado lá para culpar a estagiária.

- 16min29°s

A1: Vamos supor: ele se matou. No certificado fala que em casos de suicídio a filha não recebe a herança. Ela chegou em casa, ela pode ter ido para casa do pai e pode ter atirado, porque ela sabia onde tava a arma, e aí no caso ela ia ganhar a herança.

A4: Mas e a intoxicação?

- 20min19°s

A4: Mas olha aqui no certificado. É em caso de suicídio premeditado, que a pessoa já sabia que ia se matar.

A2: Aqui tá dizendo que em casos de suicido premeditado ela não ganha a herança.

TRACK 2: SEGUNDA PARTE 22MIN29 DE DURAÇÃO.

- 00min08°s

P1: O que vocês já estão pensando, gente?

A4: Alguém mandou mensagem depois que ele morreu pra acusar a estagiária.

A1: Eu pensei assim, que talvez ele possa ter se matado, só que aí a filha dele pode ter chegado, como não há cobertura no caso de suicídio, ela pode ter atirado nele e pra acusar a secretaria mandou a mensagem.

- 1min35°s

[A pesquisadora entra na sala]

P1: Cadê o e-mail dele?

A2: Só não sei o que está escondido nele.

P1: Eu tenho uma dica. Olhem no formato do e-mail. Vê se a gente escreve dessa forma.

A1: Eu reparei, principalmente, porque ele colocava ponto e não coloca letra maiúscula.

P1: Ahhh, se ele é um juiz né?!

- 1min40°s

[Nesse momento a pesquisadora coloca um dicionário sob a mesa dos alunos e sai da sala novamente]

- 8min08°s

[aluno a2 começa procurar por algo no dicionário]

- 08min16°s

A1: Parricídio. Eu acho que essa palavra existe

[Nesse momento o aluno a1 procura a palavra no celular]

- 8min24°s

A1: Essa palavra existe.

A2: Assassinato de pai e mãe ou outro ascendente.

A1: Mas não faz sentido. Como ele sabia que ia morrer?

A5: A filha odiava ele, ela já odiava...

A4: Gente, por mais que a gente saiba (ou ache) que foi a filha, a gente precisa saber como ela fez isso pra falar pra professora.

- 09min22°s

A1: É verdade, parricídios são cometidos por aqueles que matam seus próprios pais.

- 11min09°s

[Ao ler as opções no relatório de investigação e as causas do crime]

A2: Foi um homicídio né?

A1: Eu ainda acho que foi um suicídio.

[Quem atirou no juiz?]

A1: A filha!

A2: Mas na arma só tinham digitais do juiz!

- 12min45°s

A4: Mas eu acho que vocês leram qual era o veneno...

- 13hmin49°s

A4: Olha, faz sentido. Será que a filha foi na casa do juiz, pegou as luvas e arma, porque aí não ia aparecer as digitais.

A1: Gente, mas é só pegar um paninho e colocar na arma e atirar, não tem essa necessidade...

A2: Mas tinha a luva nas pistas...

- 14min38°s

[Sobre os depoimentos e o relato de que o vizinho tinha brigas constantes com a vítima]

A2: Mas ele estava em Portugal há treze dias, isso serve como álibi.

- 16min40°s

A2: Talvez aquilo que ele tinha na boca, foi uma reação do veneno.

TRACK 3: TERCEIRA PARTE 35 MINUTOS E 18 SEGUNDOS DE DURAÇÃO.

- 1min00°s

[Pesquisadora volta para sala].

- 1min05°s

A4: Eu acho que foi a filha porque tudo indica. O vizinho estava viajando, o caseiro estava no bar e só voltou depois das 23h.

A1: Mas você acha que ela atirou?

A4: Eu acho que a luva foi usada para atirar.

- 2min52°s

A1: Qual sua suposição?

A2: É que ele já tinha se envenenado pra ela não ter direito à herança. A filha chegou lá viu que o pai tava morto, pra dizer que foi homicídio, usou a luva...

P1: O seguro diz que não cobre um tipo de suicídio...

A1, A2 e A4: Premeditado!

- 3min51°s

A2: Mas e esse veneno no bolo. Quem fez o bolo?

A4: Eu acho que foi ele.

- 5 min22°s

A4: Alguém viu se nos livros, eles tava estudando algum tipo de crime? Sei lá, você folheou pra ver se tinha alguma coisa grifada...

A2: Tinha só uns pedaços de papel e a digital na lateral...

- 6min30°s

[Sobre a causa da morte]

A1: Foi nicotina, o envenenamento.

- 8 min47°s

A2: Mas quem preparou o bolo?

A4: Ele mesmo!

A2: Sim. Vai que ele já estava sentindo que a filha estava preparando uma pra ele, antes de morrer ele já deixou uma carta.

- 10min04°s

A2: Eu sei que uma alta dose de nicotina no corpo pode fazer muito mal, quando é fumante, imagina se você comer...

- 13min36°s

[A pesquisadora pega a ficha de relatório de investigação]

P1: O caso do juiz federal Edmundo Carlos Lehman foi um?

A1 e A2: Suicídio premeditado.

P1: Qual foi a causa da morte do juiz?

Todos: Envenenamento.

P1: Quem atirou no juiz?

Todos: A filha.

P1: Por que o atirador disparou na vítima depois de morta?

A4: Para simular um assassinato.

P1: Quem preparou o bolo?

Todos: Ele!

A4: O próprio juiz.

P1: Ele que matou o cachorro, então?

A4: Viu gente! Eu tava pensando no cachorro o tempo todo.

A1: O cachorro comeu o bolo!

P1: Quem deve receber alguma punição pelo ocorrido?

Todos: A filha.

P1: Por quê?

A5: Porque foi ela que deu o tiro!

A2: Mas ela tirou nele já morto. Tem como ela responder pelo crime?

P1: Ela tentou ocultar ou modificar a cena de crime.

A4: Gente, parabéns para todos!

[Nesse momento todos ficam felizes e batem palmas].

10º AULA: SIMULAÇÃO DE CENA DE INVESTIGAÇÃO CRIMINAL – CERIMÔNIA DE ENCERRAMENTO (28 de novembro de 2017).

TRACK 1: PRIMEIRA PARTE 3 MINUTOS E 16 SEGUNDOS DE DURAÇÃO.

A4: Tipo deu muito trabalho, a gente teve que investigar mesmo, coisas que tipo embaralhavam nossa mente. Lá na sala onde a gente fez, tinha uma mão no espelho e nem fazia parte da cena de crime. Só que estava tão ligado que a gente já pensou “é alguma coisa”, daí quando a gente que não era, já excluímos... normal. A gente

procurou várias coisas, tinham vários grupos... Fomos divididos em cargos, investigador, perito criminal e fotógrafo.

- 01min10°s

PCNP QUÍMICA E FÍSICA: Mas quando chegou na cena de crime, qual foi a primeira coisa que vocês fizeram?

A2 e A4: As fotos.

PCNP QUÍMICA E FÍSICA: Tirar as fotos...

P1: É que como eles estavam separados em funções, um foi tirar as fotos e os outros já estavam olhando o que tinha ao redor.

- 01min29°s

A4: Primeiramente a gente tirou foto e depois a gente fez a investigação. Acho que a melhor parte foi quando a gente achou uma bolsa e estava com um cadeado, é aqueles cadeados que tem números, pra mim foi a melhor parte porque a gente teve que descobrir. É uma coisa muito boa.

PCNP QUÍMICA E FÍSICA: E como vocês descobriram o código?

A4: Estava embaixo da mesa, tinha uma mesa...

P1: Não, ele perguntou onde estava a senha?

A4: Dentro de um dos livros. Tinha uma pasta lá, que ninguém estava vendo, eu falei “vamos ver o que tem aqui”, podia ter alguma coisa...

- 02min27°s

A4: E depois que a gente foi nessa cena do crime, a gente ficou pensando: “Será que foi essa ex (namorada) dele, se foi o vizinho...”

P1: Tinham vários suspeitos né? A filha...

A2: ex-namorada, vizinho e o caseiro...

A4: A gente achou que tinha sido suicídio, depois homicídio e acabou que foi os dois... Porque demorou mais pra gente descobrir isso, foi na outra quinta que nós já estávamos com todas as pistas, a gente teve que montar o caso, todo mundo tinha uma ideia diferente e aí, a gente quase brigou lá.

TRACK 2: SEGUNDA PARTE 01 MINUTOS E 29 SEGUNDOS DE DURAÇÃO.

- 0min10°s

A2: Ah foi legal! Porque a gente quebrou muito a cabeça lá dentro, muito mesmo. Algumas palavras no meio de um texto tinham letras maiúsculas e minúsculas. Dai a gente foi juntando e formou “PARRÍCIDIO”, e ninguém sabia o que era, e a gente achava que não existia, aí a gente pegou o dicionário e a gente acabou vendo que era um assassinato em que o filho matava o pai ou a mãe, e aí a gente foi juntando as

peças, vendo tudo que aconteceu... E aí descobriu-se que ele se matou, porque tinha um documento dizendo que se ele se matasse...

A4: No caso de suicídio premeditado.

A2: Isso, premeditado... a filha dele não iria ganhar a herança. Depois que ele se matou a filha dele pegou e atirou nele, pra como se fosse um homicídio para ela ganhar a herança... E o veneno que causou a morte dele, estava pelo corpo e tinha um pouco no chão e o cachorro dele acabou comendo e morreu...Então, a gente ficou juntando todas as peças até... Que no final a gente conseguiu descobrir.

- 01min11°s

PCNP CIÊNCIAS E BIOLOGIA: Quanto tempo demorou para vocês descobrirem?

A2 e A4: Foi uma aula toda.

A2: Acho que uma hora e pouquinho...

PCNP CIÊNCIAS E BIOLOGIA: Nossa, mais foi rápido.

PCNP QUÍMICA E FÍSICA: Mas tinha evidência, assim...

P1: Falsa? Não...

TRACK 3: TERCEIRA PARTE 02 MINUTOS E 56 SEGUNDOS DE DURAÇÃO.

- 00min19°s

A2: A gente achou batom no cigarro, tudo que apontava pra uma mulher, a gente foi juntando tudo e chegamos nessa bendita palavra...

A4: No começo a gente achou que era a ex(namorada), sei lá, interesseira... Talvez... Ela mais nova, ele mais velho.

- 00min42°s

PCNP CIÊNCIAS E BIOLOGIA: Mas nesse momento vocês estavam divididos em grupos ou todo mundo junto?

P1: Todos juntos! Os dez juntos e eu fora da sala... Eu não participei.

- 01min14°s

PCNP CIÊNCIAS E BIOLOGIA: E aí como foi esse exercício de ouvir e falar... 10 pessoas juntas...

A4: Nossa...

A2: Um queira falar e eu falava “não”, nossa... A gente que mandar todo mundo “calar a boca”.

A4: É tipo... “CALMA, um de cada vez!”.

- 01min34°s

PCNP QUÍMICA E FÍSICA: Mas a coleta de digitais ajudou vocês desvendarem o caso?

A2: Nós achamos a digitais na cena de crime, algumas pareciam de mulher, mas o laudo delas não chegaram para nós...

P1: É, eu acho que as digitais não interferiram, não... Realmente, isso foi uma falha minha. Não associei as digitais aos laudos periciais...

- 02min00°s

PCNP QUÍMICA E FÍSICA: Teve alguma prova que foi decisiva “essa fechou o caso”?

A4: O parricídio.

A2: O texto que a gente teve que juntar para formar a palavra, aquela palavra foi chave...

P1: Era um e-mail né? Que a vítima mandou para um amigo, algo meio que de despedindo. O e-mail começa com palavras todas em minúsculo e vai saindo umas palavras como letras maiúsculas... Primeiras letras maiúsculas... E eles conseguiram associar essas letras maiúsculas com a palavra.

PCNP QUÍMICA E FÍSICA: E aí formou a frase...

P1: Não, era uma palavra, estava parricídio. Porque o e-mail você via que estava diferente do usual, era um advogado.

- 02min55°s

A2: Olha, não foi tão fácil assim, não. Porque falavam “Parricídio não existe!”

TRACK 4: QUARTA PARTE 00 MINUTOS E 29 SEGUNDOS DE DURAÇÃO.

- 00min02°s

A2: Aí lá vamos nós consultar no dicionário...

A4: A A1 integrante do nosso grupo, ao invés de procurar no dicionário que demorava muito, pegou e procurou no celular que era mais rápido. Para não demorar muito, porque a gente já estava com pouco tempo... Foi legal!

- 00min56°s

PCNP CIÊNCIAS E BIOLOGIA: Quando vocês chegaram em casa vocês contaram para a família de vocês?

Todos: Sim!

A4: Minha mãe achou muito legal...

APÊNDICE 2 – DIÁRIOS DE BORDOS DOS CLUBISTAS E DA PESQUISADORA.
AULA 3: RELEVANDO IMPRESSÕES DÍGITO-PAPILARES COM USO DE VAPOR DE IODO E CARVÃO.

ALUNO A1:

DIÁRIO DE BORDO

Extração de digital

Aprendemos extrair digital de duas formas. A primeira foi por meio da sublimação do iodo. Sob assistência da Profa. Stefani, colocamos o dedo em um filtro e colocamos sob evaporação. Apesar da má qualidade só obtivemos três digitais, apesar de não estarem em perfeitas condições.

Na segunda experiência andamos em ambientes livres em busca de diferentes digitais em diversos lugares. Por meio de carvão, e ajuda de um pincel de maquiagem, coletamos três digitais.

Conclui que a busca por digital não é tão simples, diversos fatores podem atrapalhar a coleta, o vento, o excesso de carvão até mesmo a falta de jeito atrapalha.

ALUNO A2:

DIÁRIO DE BORDO

Extração de digital

Nós fizemos dois modos de extrair as digitais. O primeiro modo foi misturando o iodo com um pouco de água no erlenmeyer, e depois nós esquentamos a base do erlenmeyer para obter vapor, e depois colocamos o papel dentro do erlenmeyer, mas o resultado não saiu muito bom, talvez isso tenha acontecido por causa da qualidade do iodo ou por causa do fogo que estava muito baixo.

O segundo modo foi usar o carvão (mais fácil), que nós colocamos o carvão em superfícies diferentes e depois tiramos o excesso (o carvão era em pó) e colocamos fita adesiva em cima, depois retiramos a fita com cuidado e colocamos a fita com a digital colada no papel sulfite.

Com esses dois modos obtemos duas maneiras de extrair digitais.

ALUNO A3:**DIÁRIO DE BORDO**

Hoje eu aprendi muita coisa. Mal fazia ideia de que o carvão servia para alguma coisa. Aprendi com os erros e vou levar isso comigo para sempre. Com o carvão e um pincel e uma fita, você consegue tirar uma digital.

Aprendi também, que com o erlenmeyer consegui ver minha digital sobre um coador de café, quando você coloca iodo dentro do frasco e com o fogo, coloca dentro do erlenmeyer e daí você consegue ver.

ALUNO A4:

O aluno A4 não estava presente nessa aula.

ALUNO A5:**DIÁRIO DE BORDO**

Hoje eu aprendi a tirar digitais, nós usamos o erlenmeyer, iodo, água, carvão e pincel. Primeiro para fazer as digitais nós pegamos o erlenmeyer, colocamos água e iodo e esquentamos. O vapor ia fazer aparecer as digitais, mas só funcionou com três alunos, mas nós fizemos com carvão que é mais fácil, você raspa o carvão e põe num pote, e com o pincel você passa em alguns lugares, põe a fita e tira, talvez saia uma digital.

PESQUISADORA P1:**DIÁRIO DE BORDO**

Neste encontro participaram somente 7 alunos (4 faltantes, foram substituídos por seus suplentes, pois ultrapassaram o limite de 2 faltas, acordados pelo grupo).

Repassamos as normas de segurança para experimentos envolvendo substâncias química e fogo. Após os alunos foram conduzidos para lavagem de mãos e vestimenta dos EPIs.

Montamos o experimento de Vapor de Iodo: lamparina, *Erlenmeyer*, suporte, iodo, água e papel filtro. Os alunos foram capazes de levantar hipóteses para a questão: “Qual pode ser, na opinião de vocês, a função do iodo e do carvão na obtenção das digitais?”

Os alunos observaram que o experimento não atingiu os resultados esperados, na revelação das impressões digitais. Foram levantadas hipóteses pelos alunos:

“Professora, será que é a qualidade do lodo?” “Eu acho que colocamos água demais com o lodo”, “Ela não carimbou o dedo direito no papel filtro”.

Quando questionados o que o iodo tinha a ver com as impressões digitais, o aluno A4 respondeu: “Tem a ver com a gordura dos dedos, né?”. Os alunos entenderam o experimento de vaporização do iodo e relacionar sua falha a possíveis justificativas.

Passamos para a tentativa com o carvão. Os alunos se reuniram em duplas (e um trio). Raspavam o carvão em recipientes plásticos, pegaram pincéis e fita adesiva, e foram orientados a circularem pela escola, em busca de coletar 3 amostras de digitais (cada um), de lugares distintos, sendo obrigatória uma digital de um integrante da escola. Ouvi da aluna A2 uma breve explicação sobre os tipos de digitais para a inspetora, ela dizia: “Sua digital é do tipo verticilo, se você olhar aqui no meio tem uma espécie de “redemoinho” e dois triângulos que se chamam deltas, um de cada lado”. Os alunos puderam diferenciar as técnicas de revelação de impressões digitais, e esperavam que uma das técnicas fosse a mais eficaz. O aluno A3 foi capaz de compreender o uso do carvão em atividades além das que eles já conheciam.

Já o aluno A5 explicou para o funcionário da cantina sobre como ele devia marcar o papel para retirar as impressões: “Esfrega o dedo na testa antes de pôr no papel, se tem a ver com a gordura, né?”

A atividade transcorreu como esperado, e pude ver os alunos explicando o experimento para outros colegas da escola, com a apropriação de termos que ouviram entre nossos debates.

AULA 4: EXTRAÇÃO DE DNA DO MORANGO.

ALUNO A1:

DIÁRIO DE BORDO

Hoje aprendi a fazer extração de DNA, extraímos o talo do morango para poder espremê-lo em um saquinho. Logo após em um copo plástico, colocamos quatro dedos de água, duas colheres de chá de sal e duas colheres de sopa de detergente. Misturamos por um minuto. Depois disso, misturamos os ingredientes e passamos pelo filtro para o tubo de ensaio, acrescentando o álcool, bem devagar.

Depois desse processo, esquentamos o tubo, subindo partes de DNA; quanto mais alta temperatura, mas a nuvem branca ficava.

ALUNO A2:

DIÁRIO DE BORDO

Para poder retirar o DNA do morango, nós tivemos que fazer trios/pares.

Nós usamos sal, água, detergente, papel filtro, álcool e um saco plástico (fora os tubos de ensaio) para poder efetuar a extração do DNA. Nós tivemos que ter cuidado para fazer as coisas principalmente para mexer.

Nós tivemos que retirar o talo do morango e depois colocá-lo dentro do saquinho de plástico e amassá-lo lentamente para não estourar o plástico.

Depois fizemos uma solução de quatro dedos de água, sal e detergente, depois misturamos. Com a mistura já coada no papel filtro dentro do saquinho plástico.

Depois coloquei no tubo de ensaio e misturei com um pouco de água. Fiquei esquentando com a mão para extrair o DNA (uma minhoquinha branca pequena), mas eu não consegui extrair o DNA, eu acho que coloquei muito álcool. Foi só isso.

ALUNO A3:

DIÁRIO DE BORDO

O dia foi muito legal mais um pouco chato, pois não consegui fazer o processo que a professora pediu, mas tenho que levar isso comigo, porque mais pra frente vou precisar no meu futuro.

O que deu para aprender foi que com álcool, água e filtro, você pode fazer diversas coisas.

Engraçado como o DNA de um morango é tão pequeno e dá tanto trabalho para extraí-lo. Mas somando tudo estou agradecendo mais e mais por conseguir este projeto e valeu a pena. Quero muito levar isso comigo.

O processo envolve calma e paciência e de alguns objetos.

ALUNO A4:

DIÁRIO DE BORDO

Hoje nós tiramos o DNA do morango.

Primeiro nós fizemos duplas como tinha pessoas a mais, eu fiz um trio.

Segundo nós pegamos o morango e colocamos os 2 morangos e amassamos eles, depois em um copo colocamos quatro dedos de água e colocamos duas colheres de chá de sal na água e quatro colheres de sopa de detergente. Misturamos devagar e colocamos o “suco”. Depois pegamos o coador e colocamos de gota em gota o “suquinho” de morango, óbvio furamos ele e esse “suco” que era coado foi despejado no copo, depois colocamos no tubo de ensaio. Colocamos álcool gelado e misturamos com nossa mão por cinco minutos e vemos o DNA.

ALUNO A5:

DÍARIO DE BORDO

Hoje eu aprendi a tirar DNA com meu parceiro do clube. É fácil para nós. Precisamos retirar o talo do morango e colocar em um plástico e amassar. Em um copo plástico colocamos dois dedos de água, uma colher de chá de sal e duas colheres de sopa de detergente, misturamos e colocamos no saquinho. Misturamos de novo e colocamos no tubo de ensaio. Misturamos por cinco minutos em movimentos circulares até subir o DNA.

PESQUISADORA P1:

DIÁRIO DE BORDO

Abrimos a aula questionando aos alunos sobre “Onde podemos encontrar DNA”. Os alunos A4 e A5, refletiram que apenas seres vivos possuíam DNA. Foram distribuídos protocolos para extração do DNA. Após a leitura pode-se validar o entendimento global do procedimento. Os alunos prosseguiram para a fase de teste experimental. Os alunos puderam entender a função de alguns materiais no experimento e relacionar sua falha a possíveis justificativas. É necessário olhar as imagens para complementar a conclusão da possível falha procedimental do aluno A5 [supõem-se que deva ter sido na dosagem do álcool].

.

AULA 9 e 10: SIMULAÇÃO DE CENA DE INVESTIGAÇÃO CRIMINAL – ANÁLISE DAS EVIDÊNCIAS.

ALUNO A1:

DIÁRIO DE BORDO

Do dia da digital e da cena de crime. Eu não gostei da extração do DNA.

De como tirar digitais.

Acho que a ciência desenvolve a curiosidade e a observação, isso eu acho que nunca vou esquecer e que nem sempre o que parece é.

Querida professora, gostaria de agradecer por nos proporcionar este curso, e desejar boa sorte no seu mestrado. E espero que continue se esforçando e sendo a melhor no que você faz. Obrigada!

ALUNO A2:

DIÁRIO DE BORDO

O que eu mais gostei no clube foi a extração de digitais, eu não gostei muito de mexer com fogo entrando em reação com a fenolftaleína. Eu não sei ao certo se eu não gostei de alguma coisa, pois eu me diverti muito e aprendi muito ao longo do clube (talvez tenha sido começo, eu gosto mais de por a mão na massa).

Eu acho que depois do clube, eu nunca mais vou esquecer de prestar atenção em todos os fatos possíveis, isso foi muito importante no decorrer de tudo. A gente aprende sobre coisas que podemos aplicar no nosso dia a dia e esse tipo de ciência me ajudou muito a ter mais paciência e manter mais a minha concentração com as coisas.

Bom, professora durante esses quatro meses, foi muito legal, soube lidar com a gente de um jeito bem adolescente e eu acho isso bem importante.

Professora você foi muito carinhosa, atenciosa e divertida...

Sentirei saudades da sua aula.

ALUNO A3:

O aluno A3 não estava presente nessa aula.

ALUNO A4:

DIÁRIO DE BORDO

Eu gostei mais de quando fizemos a investigação no local e eu menos gostei foi eu demorava demais para irmos para aula. Eu aprendi para sempre olhar nos detalhes, que eu aprendi muita coisa com isso, as informações sobre ajuda quando algo acontecer como engasgo e etc...

Obrigado por tudo professora, eu adorei as aulas e sua iniciativa de fazer tudo isso, tipo o privilégio de ter aulas com você! Gostei muito de tudo que fiz!

ALUNO A5:

DIÁRIO DE BORDO

Eu gostei mais de todas as coisas. Eu aprendi a tirar digitais, fazer ressuscitação, no caso primeiros socorros, extrair DNA, como achar sangue em lugares. Gostei mais de investigar uma cena de crime, o que menos gostei foi que nós tivemos poucas aulas, como é importante trabalhar em grupo, como é bom ajudar ao próximo, essas são as coisas que eu nunca vou me esquecer, a importância de estudar ciências dessa forma é que assim a pessoa se empenha mais e assim começa a gostar mais dessas coisas. Professora, eu sei que passamos pouco tempo juntos para nos conhecermos melhor, mais nesse pequeno tempo, eu vi que a senhora é uma pessoa muito boa, carismática, gentil e acima de tudo a senhora respeita a gente em todo momento.

PESQUISADORA P1:

Ao começarem a ler os laudos periciais elaborados pela pesquisadora, os alunos foram capazes de levantar algumas hipóteses. Na ocasião da investigação – aula 8 – os alunos tiveram oportunidade de realizar vários testes como análise de sangue, digitais e linha de tiro. Nas aulas 9 e 10, não houve testes. Os alunos justificaram aos PCNPs a forma como determinaram o autor do crime. Os alunos concluíram baseado em vestígios que havia uma segunda pessoa na cena de crime, no caso, uma mulher. Os alunos A1 e A2 parecem intrigados com o e-mail deixado pela vítima. Os mesmos alunos encontraram a palavra “PARRÍCIDIO” escondida no e-mail do juiz. Ao analisar um dos laudos investigativos que se referia a uma apólice de seguro de vida da vítima, tendo como beneficiária sua filha. O aluno A4 que concluiu sobre a presença da filha no local do crime, após análise de DNA deixado no local. Curioso, o aluno A3 referiu-se ao programa Cidade Alerta durante a atividade.

Apêndice 3 – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e autorização do uso de imagem e voz.

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO E AUTORIZAÇÃO DO USO DE IMAGEM E VOZ.

“Utilizando o Clube de Ciências Forenses na promoção da alfabetização científica: estudo de caso”

Prezados Pais ou Responsáveis,

Sou estudante do curso de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de São Paulo / UNIFESP. Estou realizando um trabalho de Mestrado, sob a supervisão da professora Dra. Ligia Ajaime Azzalis, que tem como finalidade criar um ambiente interativo, tendo como base a ciência, a tecnologia, a sociedade e meio ambiente. Também daremos a oportunidade de seu filho (a) desenvolver sua capacidade investigativa e o pensamento científico, para isso selecionamos as turmas de Ensino Fundamental II da E. E. Prof. Carlos Ayres.

O grupo será composto por 12 (doze) alunos selecionados através do teste de conhecimentos sobre ciência básica, e um professor pesquisador da UNIFESP. Essas informações estão sendo fornecidas para que você permita a participação voluntária do seu filho (a) neste estudo. Criaremos um “Clube de Ciências” na escola, com encontros semanais, com duração de aproximadamente 1 hora (cada encontro), no período de agosto a novembro de 2017. Os encontros do Clube de Ciências serão na E. E. Prof. Carlos Ayres, em um horário que não atrapalhe os estudos do seu filho (a).

A participação nesta pesquisa não traz complicações legais. Os possíveis riscos e desconfortos gerados poderão ser de ordem ergonômica (esforço físico, levantamento de peso, postura inadequada e repetitividade), química (contato direto de substâncias químicas com os olhos, nariz, boca e pele), ou biológica (contaminação biológica por via cutânea ou percutânea, 24 com ou sem lesões – por acidentes com vidrarias). Serão adotadas medidas de proteção ou minimização de quaisquer riscos para os alunos, como uso de EPIs (Equipamentos de Proteção Individual) – luvas, máscaras, aventais, sapatos fechados, lava olhos, óculos de proteção e demais acessórios preventivos que se julgarem necessários.

Os procedimentos adotados nesta pesquisa obedecem aos Critérios da Ética em Pesquisa com Seres Humanos conforme Resolução no. 466/12 do Conselho Nacional de Saúde.

Nenhum dos procedimentos usados oferece riscos a dignidade do participante. Todas as informações obtidas serão usadas unicamente para fins da pesquisa, não sendo divulgados os dados pessoais dos participantes e não havendo riscos ou custos para os mesmos. É garantido o direito de ser mantido atualizado sobre os resultados parciais das pesquisas e a liberdade da retirada de consentimento a qualquer momento, deixando de participar do estudo, sem qualquer prejuízo.

Ao participar desta pesquisa a Sra (Sr.) não terá nenhum benefício direto, e não terá nenhum tipo de despesa para participar desta pesquisa. Entretanto, esperamos que este estudo agregue conhecimentos ao aluno (a), bem como, sirva de inspiração para sua carreira profissional. Que desperte em seu filho (a) a capacidade de se tornar um cidadão crítico com potencial para refletir acerca de qualquer assunto. Os resultados estarão à sua disposição quando finalizada a pesquisa. Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 anos, e após esse tempo serão destruídos.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias, sendo que uma cópia será arquivada pelo pesquisador responsável, e a outra será fornecida a você. Em qualquer etapa do estudo, os profissionais responsáveis pela pesquisa poderão ser contatados para esclarecimentos de eventuais dúvidas.

Considerações ou dúvidas sobre a ética da pesquisa entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) – Rua Botucatu, 572 – 1º andar – cj 14, 5571-1062, FAX: 5539-7162 – E-mail: cepunifesp@unifesp.br.

Obrigada.

Acredito ter sido suficientemente informado (a) a respeito das informações que li descrevendo o estudo “Clube de Ciências na escola: Como a Ciência interfere na escola, e como o ensino público pode trabalhar a iniciação científica”. Ficaram claros, para mim, quais são os propósitos do estudo, os procedimentos a serem realizados, as garantias de confidencialidade e de que minha participação é isenta de despesas.

Assim, concordo voluntariamente em autorizar a participação do meu filho (a) neste estudo, e permito a utilização da imagem e voz do meu filho (a) nas redes sociais, em mídia, e

depoimentos em qualquer meio de comunicação para apenas fins didáticos de pesquisa e divulgação do conhecimento científico sem qualquer ônus ou restrição.

Data: ____/____/____

Nome do aluno (a) participante da pesquisa

Nome do Responsável legal

RG do Responsável legal

Assinatura

Declaro que obtive de forma apropriada e voluntária, o Consentimento Livre e Esclarecido deste sujeito de pesquisa ou representante legal (em caso de menores de 18 anos) para a participação neste estudo.

Data: ____/____/____

Stéfani Diniz E. O. Teodoro
Pesquisadora

Data: ____/____/____

Profa. Dra. Ligia Ajaime Azzalis
Orientadora

Apêndice 4 – Termo de assentimento para menores de 18 anos.

TERMO DE ASSENTIMENTO (PARA MENORES DE 18 ANOS)

Prezado (a),

Sou estudante do curso de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática na Universidade Federal de São Paulo. Estou realizando um projeto de pesquisa intitulado: “Utilizando o Clube de Ciências Forenses na promoção da alfabetização científica: estudo de caso”, sob a supervisão da professora Dra. Ligia Ajaime Azzalis, cujo objetivo é analisar a viabilidade em se desenvolver a alfabetização científica e a Iniciação Científica, nos anos finais do Ensino Fundamental na escola pública estadual.

Essas informações estão sendo fornecidas para sua participação voluntária neste estudo, que demanda autorização para a utilização de gravações, se assim você permitir.

Para participar desta pesquisa, o responsável por você deverá autorizar e assinar um Termo de Consentimento. Você não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Você será esclarecido (a) em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se. O responsável por você poderá retirar o consentimento ou interromper a sua participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que é atendido (a) pelo pesquisador que irá tratar a sua identidade com padrões profissionais de sigilo. Você não será identificado em nenhuma publicação.

A participação nesta pesquisa não traz complicações legais. Os possíveis riscos e desconfortos gerados poderão ser de ordem ergonômica (esforço físico, levantamento de peso, postura inadequada e repetitividade), química (contato direto de substâncias químicas com os olhos, nariz, boca e pele), ou biológica (contaminação biológica por via cutânea ou percutânea, com ou sem lesões – por acidentes com agulhas ou vidrarias). Serão adotadas medidas de proteção ou minimização de quaisquer riscos para os sujeitos de pesquisa, como uso de EPIs (Equipamentos de Proteção Individual) – luvas, máscaras, aventais, sapatos fechados, lava olhos, óculos de proteção e demais acessórios preventivos que se julgarem necessários.

Os procedimentos adotados nesta pesquisa obedecem aos Critérios da Ética em Pesquisa com Seres Humanos conforme Resolução no. 466/12 do Conselho Nacional de Saúde. Nenhum dos procedimentos usados oferece riscos a dignidade do participante.

Os resultados estarão à sua disposição quando finalizada a pesquisa. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a permissão do responsável por você. Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 anos, e após esse tempo serão destruídos. Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias, sendo que uma cópia será arquivada pelo pesquisador responsável, e a outra será fornecida a você.

Em qualquer etapa do estudo, os profissionais responsáveis pela pesquisa poderão ser contatados para esclarecimentos de eventuais dúvidas. Considerações ou dúvidas sobre a ética da pesquisa entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) – Rua Botucatu, 572 – 1º andar – cj 14, 5571-1062, FAX: 5539-7162 – E-mail: cepunifesp@unifesp.br.

Obrigada.

Acredito ter sido suficientemente informado (a) a respeito das informações que li descrevendo o estudo “Clube de Ciências na Escola: Como a Ciência interfere na escola, e como o ensino público pode trabalhar a Iniciação Científica”. Ficaram claros, para mim, quais são os propósitos do estudo, os procedimentos a serem realizados, as garantias de confidencialidade e de que minha participação é isenta de despesas. Assim, concordo voluntariamente em participar deste estudo, permitindo a uso do material produzido por mim, durante os encontros no Clube de Ciências, bem como, a utilização da minha imagem e voz nas redes sociais, em mídia, e depoimentos em qualquer meio de comunicação para apenas fins didáticos de pesquisa e divulgação do conhecimento científico sem qualquer ônus ou restrição.

Assinatura do participante (menor de 18 anos)

Data / /

Declaro que obtive de forma apropriada e voluntária, o Termo de Assentimento deste participante (em caso de menores de 18 anos) para a participação neste estudo.

Stéfani Diniz E. O. Teodoro

Data / /

Profa. Dra. Ligia Ajaime Azzalis

Data / /

Apêndice 5 – Anuência da Diretora da E. E. Prof. Carlos Ayres.



Universidade Federal de São Paulo
Campus Diadema
Departamento de Ciências Exatas e da Terra

São Paulo, 19 de dezembro de 2016.

Ao Comitê de Ética em Pesquisa – UNIFESP

Venho por meio desta, autorizar a realização do projeto de pesquisa intitulado: **“CLUBE DE CIÊNCIAS NA ESCOLA: COMO A CIÊNCIA INTERFERE NA ESCOLA, E COMO O ENSINO PÚBLICO PODE TRABALHAR A INICIAÇÃO CIENTÍFICA”**, sob coordenação do(a) Prof. Dra. Lígia Ajaime Azzalis, professora da Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP) *campus* Diadema. O citado projeto será realizado na Escola Estadual Professor Carlos Ayres e conta com minha anuência.

Atenciosamente,

Kathrin Zaunrith B. Pinto
RG. 18.900.71
Diretor da Escola

Nome e carimbo do(a) Diretor da Escola
Diretor(a) da Escola Estadual Professor Carlos Ayres

Apêndice 6 – Anuência da Dirigente Regional de Ensino.



Universidade Federal de São Paulo
Campus Diadema
Departamento de Ciências Exatas e da Terra

São Paulo, 10 de janeiro 2017.

Ao Comitê de Ética em Pesquisa – UNIFESP

Venho por meio desta, autorizar a realização do projeto de pesquisa intitulado: **“CLUBE DE CIÊNCIAS NA ESCOLA: COMO A CIÊNCIA INTERFERE NA ESCOLA, E COMO O ENSINO PÚBLICO PODE TRABALHAR A INICIAÇÃO CIENTÍFICA”**, sob a orientação do(a) Profa. Dra. Lígia Ajaime Azzalis, professor(a) da UNIFESP - *campus* Diadema. O citado projeto será realizado na **ESCOLA ESTADUAL PROFESSOR CARLOS AYRES** e conta com a anuência do(a) professor(a) Kathrin Zaunrith B. Pinto (diretor(a) da escola).

Atenciosamente,


Eonice Domingos da Silva
RG.: 19.940.962-3
Dirigente Regional de Ensino



Assinatura e Carimbo

Professora Eonice Domingos da Silva
Dirigente regional de ensino – Sul 3

Apêndice 7 – Teste de conhecimentos básicos em Ciências.

	ESCOLA ESTADUAL PROFESSOR CARLOS AYRES	
	Universidade Federal de São Paulo – Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática	
	2017/02 – Tipo de Avaliação: Aptidão	Data do exame: 11/08/2017
	Pesquisadora: Stéfani Diniz	
Nome completo:		Série/Ano:

1) Qual movimento da Terra, está relacionado às estações do ano:

- a) Rotação.
- b) Giratório.
- c) Suspensão orbital.
- d) Translação.

2) São seres VIVOS:

- a) Nuvens, fogo e rios.
- b) Fogo, rios e árvores.
- c) Aves, árvores e bactérias.
- d) Animais, insetos e água.

3) Qual dos animais a seguir, é capaz de produzir alimento para os seus filhotes?

- a) Galinha.
- b) Macaco.
- c) Sapo.
- d) Cobra.

4) Ciências Forenses é o mesmo que:

- a) Ciências do mar.
- b) Ciências investigativas.
- c) Ciências de alimentos.
- d) Ciências sociais.

5) Qual o nome do processo, em que as plantas

7) Como é denominada uma sequência de seres vivos, em que um serve de alimento para o outros, dentro de um ecossistema?

- a) Cadeia alimentar.
- b) Cadeia energética.
- c) Cadeia de predação.
- d) Cadeia de comunicação.

8) Atualmente, o Brasil possui tecnologia para reciclar vários materiais. Na figura abaixo, as cores orientam o descarte de cada material no coletor certo.

Assinale, na lista abaixo, o material considerado resíduo perigoso por contaminação.

- a) Lata de refrigerante.
- b) Copo plástico.
- c) Pilhas.
- d) Garrafa PET.

9) O cachorro é um exemplo de animal vertebrado do grupo dos mamíferos. Outros animais também estão classificados neste grupo, pois apresentam como principal característica:

- a) Amamentar seus filhotes.
- b) Ter o corpo coberto de penas.
- c) Possuir escamas.
- d) Voar.

10) Qual o nome do órgão internacional responsável por estudar e gerenciar atividades no espaço?

- a) NASA.
- b) FBI.
- c) CSI.

QUESTÕES DISCURSIVAS
FASE II

1) Por que devemos estudar Ciências? (Mínimo 10 linhas)

2) O que faz um Cientista? (Mínimo 5 linhas)

Apêndice 8 – Diário de bordo (modelo).

DIÁRIO DE BORDO (MODELO)


Nome: _____

Data: _____

Relato da atividade realizada:

[illegible]

Apêndice 9: Planos de ensino das atividades realizadas no Clube de Ciências Forenses.

	ESCOLA ESTADUAL PROFESSOR CARLOS AYRES – DESUL3 CLUBE DE CIÊNCIAS FORENSES PLANO DE ENSINO	
	Professora: Stéfani Diniz	Sem: 2º/2017

Dia	Atividade	Objetivo	Metodologia	Recursos didáticos	Bibliografia
Aula 1 24/08	Boas práticas e biossegurança em atividades laboratoriais.	Compreender os procedimentos e ferramentas utilizados em práticas laboratoriais. Desenvolver um manual de boas práticas e biossegurança.	Trata-se de uma abordagem investigativa apresentando cada material que será utilizado dentro do clube; Erros procedimentais dentro do laboratório de ciências; uso de equipamentos de proteção individual e coletiva; descarte consciente; noções de sustentabilidade.	Aula expositiva.	Guia de boas práticas laboratoriais, Hospital das Clínicas, 2015.
Aula 2 31/08	Introdução às Ciências Forenses.	Desenvolver habilidades e atitudes científicas forenses.	Trata-se de uma construção histórica das Ciências Forenses, relatando desde o período de surgimento à aplicabilidade nos dias atuais. Buscando evidenciar, também, o que as séries televisivas utilizam de verdadeiro das técnicas forenses, e o que fato é apenas ficção.	Aula expositiva / vídeos	MARTINS, R. A.; Arquimedes e a coroa do rei: problemas históricos. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, 17 (2): 115-121, 2000. Canal Youtube: Mundo Curioso.
Aula 3 14/09	Revelando impressões digitais com uso de vapor de iodo e carvão.	Compreender os processos químicos e biológicos na revelação das digitais.	Trata-se de uma abordagem investigativa com testes de vaporização de iodo líquido e com pó revelador feito com carvão mineral. Os alunos devem procurar	Aula prática.	www.explicatorium.com/experiencias/revelar-impressoes-digitais.html Canal Manual do mundo.

			as digitais em superfícies e coletá-las com auxílio de uma fita adesiva.		
Aula 4 21/09	Extração de DNA do morango.	Realizar a extração do DNA do morango. Compreender a técnica forense e alguns conceitos científicos relacionados.	Trata-se de uma abordagem investigativa, onde os clubistas tiveram que extrair o DNA do morango com auxílio de um protocolo validado pelos mesmos.	Aula expositiva / prática.	Retirado e adaptado de um método de Diane Sweeney a ser publicado em Biology: Exploring Life, Pearson Education.
Aula 5 28/09	Experimento policial com fenolftaleína - materiais biológicos.	Identificar materiais biológicos com a utilização da fenolftaleína.	Trata-se de uma abordagem investigativa com princípio de reação ácido-base, onde algumas substâncias (vinagre, bicarbonato de sódio, amônia, sabão em pó e sangue animal) devem ser testadas e analisadas se reagiram (ou não) com a fenolftaleína.	Aula prática.	www.invivo.fiocruz.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=1092&sid=3
Aula 6 05/10	Primeiros socorros e Ressuscitação Cardiopulmonar (para leigos).	Identificar as principais situações de emergências médicas. Capacitar os alunos a realizar o primeiro atendimento ao paciente em situação de socorro médico.	Foram abordadas as principais emergências médicas da vida cotidiana (infarto, engasgo, desmaio, convulsão, sangramento visível e parada cardíaca). Por meio de vídeos e simulações os alunos puderam compreender como chamar o socorro imediato e atitudes que possam ser tomadas para socorrer a vítima, até que o atendimento especializado chegue ao local.	Aula expositiva, vídeos e simulações.	American Heart Association.
Aula 7 19/10	Orientações procedimentais para Simulação da Cena de Investigação.	Capacitar aos alunos a desenvolverem atitudes e habilidades técnicas na investigação de uma cena de crime.	Dividimos os alunos em equipes: 1 Coleta de digitais; 2 Coleta de materiais biológicos; 3 Coleta de evidências gerais. E em funções: 1 Investigador; 2 Perito criminal; 3 Fotógrafo. Os alunos foram orientados sobre os procedimentos que deveriam ser adotados em uma investigação criminal e os erros que levam a uma investigação mal sucedida.	Aula expositiva / vídeos.	Instituto de Criminalística do Estado de São Paulo.

Aula 8 09/11	Simulação de Cena de Investigação Criminal – coleta de evidências.	Desenvolver habilidades e atitudes científicas forenses.	Trata-se de uma abordagem investigativa. Elaboramos uma cena de investigação criminal para que os alunos pudessem através do conhecimento obtido ao longo do clube, desvendar o caso utilizando todas as técnicas forenses que foram ensinadas. Nesse primeiro momento, os alunos se dividiram em grupos (evidências gerais, materiais biológicos e impressões digitais) e em ocupações (fotógrafo, perito criminal e investigador), para coletarem todas as evidências da cena de crime de acordo com os protocolos técnicos da polícia científica.	Simulação	Revista Super Interessante: a ciência contra o crime
Aula 9 16/11	Simulação de Cena de Investigação Criminal – análise das evidências.	Desenvolver habilidades e atitudes científicas forenses.	Após coletar as evidências, os alunos por meio de debates e argumentações, tiveram que elaborar um relatório pericial relatando tudo que haviam descoberto na cena de crime.	Debates	

APÊNDICE 10 - Manual de Biossegurança e Boas Práticas.



MANUAL DE BIOSSEGURANÇA E BOAS PRÁTICAS

GRUPO:

Integrantes:

BIOSSEGURANÇA, é um conjunto de ações que visa prevenir e minimizar riscos inerentes às atividades de pesquisa, produção, ensino que, somadas às atitudes éticas, tendem a conservar a saúde do trabalhador e de todos a sua volta.

1 RISCO

Risco é a probabilidade de ocorrer um dano, ferimento ou doença. Os riscos são divididos em 5 categorias:



1.1.1 Riscos de acidentes

Considera-se risco de acidente qualquer fator que coloque o trabalhador em situação de perigo e possa afetar a sua integridade. Caracteriza-se por toda ação não programada, estranha ao andamento normal do trabalho.

Exemplos: Máquinas e equipamentos sem proteção, equipamentos de vidro, equipamentos e instrumentos perfurocortantes, armazenamento inadequado, cilindros de gases, animais peçonhentos entre outros.



1.1.2 Riscos ergonômicos

Considera-se risco ergonômico qualquer fator que possa interferir nas características psicofisiológicas do trabalhador causando desconforto ou afetando a sua saúde.

Exemplos: Movimentos repetitivos, postura inadequada, levantamento e transporte de peso excessivo, monotonia, mobiliário mal projetado, ambiente de trabalho desconfortável (ex.: muito seco, muito frio, muito quente, pouco iluminado, barulhento), problemas de relações interpessoais no trabalho etc.



1.1.3 Riscos físicos



Consideram-se riscos físicos qualquer forma de energia a que os profissionais possam estar expostos.

Exemplos: ruídos, vibrações, pressão, radiações ionizantes (Raio-X, Iodo 125, Carbono 14) e não ionizantes (luz ultravioleta, luz infravermelha, laser, micro-ondas), temperatura extrema etc.

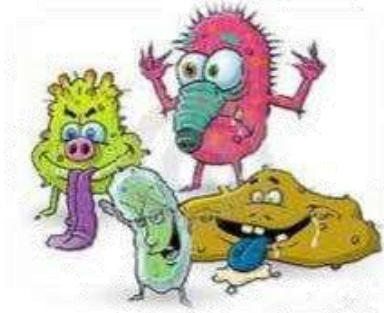
1.1.4 Riscos Químicos

Consideram-se riscos químicos a exposição a agentes ou substâncias químicas que possam penetrar no organismo através da pele, serem inalados ou ingeridos.

Exemplos: Substâncias irritantes, oxidantes, corrosivas, inflamáveis, partículas de poeira, gases, fumo, névoa etc.



1.1.5 Riscos Biológicos



Consideram-se riscos biológicos as bactérias, fungos, vírus, parasitas entre outros.

Os agentes de riscos biológicos podem ser distribuídos em 4 classes, de acordo com a patogenicidade para o homem, virulência, modos de transmissão, disponibilidade de medidas profiláticas eficazes e

disponibilidade de tratamento eficaz e endemicidade.

2 BOAS PRÁTICAS DE LABORATÓRIO – BPL

As Boas Práticas de Laboratório (BPL) são um conjunto de ações com o objetivo de proporcionar a diminuição dos riscos do ambiente laboratorial. Estas medidas são constituídas por atividades organizacionais do ambiente de trabalho e por procedimentos básicos como a utilização de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) e Equipamentos de Proteção Coletivos (EPCs), limpeza e higienização do ambiente laboratorial entre outras.

- Higienização e limpeza adequada do ambiente;
- O laboratório deve dispor de um manual de Biossegurança;
- Para sua segurança, procure conhecer os perigos oferecidos pelos produtos químicos utilizados no seu laboratório;
- O laboratório deve fornecer quantidades suficientes de EPI e EPC; Usar corretamente os equipamentos;
- Manter protocolo de rotina acessível em caso de acidentes;
- Não comer, beber, preparar alimentos ou utilizar cosméticos no laboratório; Evitar levar as mãos à boca, nariz, cabelo, olhos e ouvidos no laboratório; Lavar as mãos antes e após os experimentos;

- Utilizar jaleco apenas dentro do laboratório; Utilizar sempre sapato fechado;
- Manter os cabelos presos;
- Manter as unhas curtas e limpas;
- O ideal é não usar lentes de contato no laboratório mas, caso seja necessário, não manipulá-las e utilizar óculos de proteção;
- Não usar colar, anéis, pulseiras, brincos e piercing dentro do laboratório; Sempre usar luvas ao manipular materiais potencialmente infectantes;
- Não manipular objetos de uso coletivo como, por exemplo, maçanetas e telefone, enquanto estiver usando luvas;
- Não atender celular quando estiver dentro do laboratório; Manter a organização na bancada;
- Evitar trabalhar sozinho no laboratório

2.2 LAVAGEM DAS MÃOS

Este procedimento é necessário antes e depois da manipulação de materiais dentro do laboratório. Deve-se utilizar água corrente e sabão, de

acordo com a indicação baixo. O uso de luvas de proteção para manipulação de materiais biológicos e químicos não substitui a lavagem correta das mãos.



Fonte: Manual de Biossegurança Lacen/SC

2.3 EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL - EPI

São elementos de contenção, de uso individual, utilizados para proteger o profissional do contato de agentes biológicos, físicos, químicos, calor ou frio excessivo entre outros riscos presentes no ambiente de trabalho. Principais Equipamentos de Proteção Individual:

2.3.1 Jaleco: Fornece uma barreira de proteção e reduz a possibilidade de contaminação por microrganismos. Previne a contaminação das roupas e protege a pele da exposição de sangue e fluídos. Deve ser de manga longa, algodão ou fibra sintética (não inflamável). Recomenda-se o uso constante no ambiente laboratorial e a descontaminação antes da lavagem.

Calçar luvas:



- Remova jóias e outros artefactos das mãos e pulsos



- Cuidadosamente, calce a luva ajustando-a até ao pulso

Remover luvas:



- Comece a retirar na zona do pulso



- Puxe lentamente até remover cada uma das luvas



- Coloque-as no lixo



- Lave as mãos

2.3.2 Luvas: devem ser utilizadas para manipulação de materiais potencialmente infectantes, produtos químicos ou em condições de temperaturas extrema.

2.3.3 Máscara: Protege ou minimiza a inalação de gases, poeira, névoas e voláteis. Pode ser de tecido, sintética e com filtro. Os filtros são classificados da seguinte forma: PFF1: poeiras e névoas. PFF2: poeiras, névoas, fumos e agentes biológicos/voláteis. PFF3: poeiras, névoas, fumos, radionuclídeos e preparação de quimioterápicos e citostáticos/ voláteis.

2.3.4 Touca: Protege o cabelo do contato com materiais infectantes e produtos químicos.

2.3.5 Óculos de proteção e protetor facial: Protege os olhos e o rosto contra gotas, impacto, borriço, salpicos e radiação ultravioleta.

3 DESCARTE E ORGANIZAÇÃO

Após utilização dos materiais é de responsabilidade do ALUNO, higienizá-los e guardá-los corretamente. Para o descarte, seguir as orientações da professora supervisora. E lembre-se! UM BOM CIENTISTA TRABALHA EM LOCAL ORGANIZADO E SEGURO!

REFERÊNCIAS

<http://biossegurancaemfoco.com/2009/10/06/nr5-cipas-e-mapas-de-risco/> - acessado em 06.08.14 às 11h35.

http://www.cremesp.org.br/?siteAcao=Imprensa&acao=sala_imprensa&id=242 – acessado em 06.08.14 às 12h25.

http://www.fiocruz.br/biosseguranca/Bis/lab_virtual/armazenamento_de_produtos_quimicos.html - acessado em 15.01.15 às 10h30.

INSTITUTO MACAPENSE DE ENSINO SUPERIOR – IMMES, COMISSÃO DE BIOSSEGURANÇA – Cbioss. Manual de Boas Práticas: Fortalecendo a Biossegurança nos laboratórios no IMMES. Macapá, 2011. 13p.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA JULIO DE MESQUITA FILHO, LABORATÓRIO DE HEMOGLOBINAS E GENÉTICAS DAS DOENÇAS HEMATOLÓGICAS. Manual de Biossegurança. 26p.

INSTITUTO POLITÉCNICO DE VIANA DO CASTELO, ESCOLA SUPERIOR AGRÁRIA – SERVIÇOS ANALÍTICOS.